SOME PAGES IN THE ORIGINAL CONTAIN FLAWS AND OTHER DEFECTS WHICH APPEAR ON THE FILM

సాంబశివరావు, మంత్రిప్రగడ

పదార్థవిజ్ఞానశాస్త్రము

చెన్నపురి, 1909

Record no. 483

Sāmbaśivarāvu, Mantripragaḍa

Padārthavijñānaśāstramu

Cennapuri, 1909

Record no. 483

Bibliographic Record Target

సాంబశివరావు, మంత్రిప్రగడ.

పదార్థవిజ్ఞానశాస్త్రము / మంత్రిప్రగడ సాంబశివరావు గారిచే వ్రాయఁబడి కే. వి. లక్ష్మణరావు గారిచే సంపాదితమయ్యె.- చెన్నపురి : శ్రీపారిజాతముద్రాక్షరశాల, 1909.

2 volumes ;19 cm.

Record no. 483

Sāmbaśivarāvu, Mantripragaḍa.

Padārthavijñānaśāstramu / Mantripragaḍa Sāmbaśivarāvu gāricē vrāyaṁbaḍi Kē. Vi. Lakṣmaṇarāvu gāricē sampāditamayye.- Cennapuri : Śrīpārijātamudrākṣaraśāla, 1909.

2 volumes ;19 cm.

Record no. 483

Vijnana Chandrika Series. No. 6.

EDITED BY

K. V. LAKSHMAN RAO, M.A.

AN ELEMENTARY COURSE OF PHYSICS

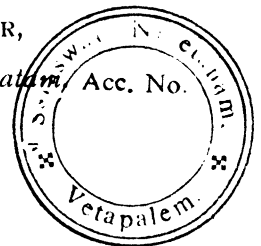
PART I & II.

BY

M. SAMBASIVA ROW, B.A., L.T.

SCIENCE TEACHER,

Noble College, Masulipatam,



MADRAS:

PRINTED AT THE "SREE PARIJATHA" PRESS,

1909.

[Price 1-5-0

విజ్ఞానచంద్రికా గ్రంథమాల 6.

పదార్థవిజ్ఞానశాస్త్రము.

(రెండు భాగములు)

ఇది

మంత్రిప్రగడ సాంబశివ రావు. బి. ఏ, ఎల్. టి.

గారిచే వ్రాయఁబడి,

కే. వి. లక్ష్మణరావు ఎం. ఏ.

గారిచే సంపాదితమయ్యె.

చెన్నపురి:

శ్రీపారిజాతముద్రాక్షరశాలయందు

ముద్రింపఁబడియె.

1909

[వెల రూ. 1 5 0.

TO

M.R.Ry. ADIVIKOLANU SESHACHELAM

PANTULU GARU,

For the noble qualities of his Head & Heart,

AND

FOR THE PATERNAL CARE HE HAS TAKEN

This little book is Dedicated.

AS A TOKEN OF THE HIGHEST REGARD

AND AFFECTION

By his Loving and Dutiful Nephew

THE AUTHOR.

రాజపోషకులు.

మ. రా. రా. శ్రీ. రాజారావు వెంకటకుమార మహీపతి సూర్యారావు, బహాదుర్ జమీందారు గారు, పిఠాపురము.

మ. రా. రా. శ్రీ. రాజానాయని వెంకటరంగారావు బహాదుర్ జమీందారుగారు, మునగాల.

EDITOR'S NOTE.

సంపాదకీయ భూమిక.

తెలుఁగుభాషలో ప్రకృతిశాస్త్రములు లేని లోపమును శక్తికొలఁది తొలఁగించుట విజ్ఞాన చంద్రికా మండలి వారియొక్క ముఖ్యోద్దేశములలో నొకటి. దానిని అనుసరించి మే మిదివఱకు 'జీవశాస్త్రము' (Biology) అను గ్రంథమును ప్రకటించియున్నారము. ఇప్పుడు 'పదార్థ విజ్ఞాన శాస్త్రము' (Physics) అను శాస్త్రీయగ్రంథమును ఆంధ్ర ప్రపంచమునకు సమర్పించుచున్నారము.

'పదార్థవిజ్ఞానశాస్త్రము' తెనుఁగులో మొదట ప్రకటింపఁగలిగినగౌరవము తమ కబ్బినందుకు మండలివా రెంతయు సంతసించుచున్నారు. ఈ శాస్త్రమును వ్రాయుటకు నిదియే ప్రథమప్రయత్న మగుటచే నిందుఁ గొన్ని లోపము లుండినను ఉండవచ్చును. అట్టిలోపములను మాకు నుత్తరముల మూలమునఁ దెల్పిన రెండవ కూర్పులో సవరించుకొందుము.

గ్రంథవిభాగములు.

క్రిందితరగతులలోఁ జదువు విద్యార్థుల యుపయోగార్థమై యీపుస్తకము రెండుభాగములుగా విభజింపఁబడినది.

మొదటిభాగములోఁ బండ్రెండు అధ్యాయము లనఁగాఁ బ్రకరణములు కలవు. (1)పదార్థవిజ్ఞానశాస్త్రముయొక్క విషయము, (2) పదార్థములసామాన్యధర్మములు, (3) కొలత, (4) వేగము, (5) ద్రవ్యరాశి, గరిమ, గురుత్వాకర్షణము,(6) ఇతరశక్తులు, (7) యంత్రములు, (8) పదార్థముల త్రివిధస్థితి, (9) ఘనపదార్థములధర్మములు, (10) వాయుపదార్థములు, వానిధర్మములు, (11) ద్రవపదార్థములధర్మములు, (12)ధ్వని.

రెండవ భాగములో ఈ క్రింది నాలుగు అధ్యాయములుండును.(1)ఉష్ణము (వేడిమి), (2)ప్రకాశము (వెలుతురు), (3) లోహచుంబకత్వము(Magnetism), (4)విద్యుత్. రెండవ భాగములో నధ్యాయములు నాలుగే యున్నను అందు ననేక విషయములును, యంత్రవర్ణనలును, పటములును ఉండుటచే నది మొదటిభాగమునకంటెఁ జిన్నది కానేరదు.

క్రింది తరగతులలోని విద్యార్థులకు రెండవ భాగములోని 'ప్రకాశము' 'విద్యుత్' మొదలయిన కఠిన విషయములతోఁ బనిలేదు. కావున వారు మొదటిభాగము కొనినఁ జాలును. పైతరగతులలోనివారు రెండవ భాగమును చదువవచ్చును.

ఇట్లు విద్యార్థుల వీలుకొఱకు ఈ గ్రంథమును రెండు భాగములుగా విభజించి మొదటిభాగ మిప్పుడు చదువరుల కొసంగుచున్నారము. రెండవ భాగముకూడ పదియైదు

దినములలో సిద్ధమగును. అప్పుడు రెంటిని కలిపి బైండు చేయించి 'విజ్ఞానచంద్రికా గ్రంథమాల' యొక్క చందాదారులకుఁ బంపెదము. కావున తొందరపడవలదని మా చందాదారులను వేడుచున్నారము.

ఇందలి శాస్త్రీయపదములు.

మేమిందు వాడిన శాస్త్రీయపదములను ముఖ్యముగా నాగరీప్రచారిణీ సభవారి పదములనుండియు, చెన్నపట్టణములోఁ గొందఱు విద్వాంసులు కలిసి ప్రకటించిన పదముల నుండియు, మహారాష్ట్రములోని శాస్త్రీయ గ్రంథములనుండియుఁ దీసికొన్నారము. కొన్నిటిని నూతనముగా నిర్మించినారము. పారిభాషికపద లోపముచేతనే తెలుఁగులో నిదివఱకు శాస్త్రీయ గ్రంథములు పుట్టలేదు. మేము సాహసించి యిదివఱకు 'జీవశాస్త్రము' లోను, ఇప్పుడు ఈ శాస్త్రములోను కొన్ని శాస్త్రీయ పదములను నిర్మించి వానిని గ్రంథములో నుపయోగించి యాంధ్రలోకమున కొసఁగినారము. ఆంధ్రభాషలో నిఁకమీఁదనైనను బెక్కు శాస్త్రీయ గ్రంథములు పుట్టునుగాక యని కోరుచున్నారము.

గ్రంథనామము.

అందఱికి సమ్మతములగు పారిభాషికపదములను నిర్మించుట యేరికిని సాధ్యముకాదు. ఒకమాట యొకరికి రుచింపదు; మఱియొకమాట మఱియొకరికి రుచింపదు. కావున నూతనశాస్త్రములు వ్రాయువారు తమ నూతన శబ్దనిర్మాణ

ముచే గొందఱి కోపమునకై నను పాత్రులు గావలయును. గత్యంతరము లేదు.

ఇంగ్లీషులో 'ఫిజిక్స' (Physics) అనఁబడు గ్రంథమునకు మేము 'పదార్థవిజ్ఞానశాస్త్రము' అని పేరుపెట్టినాము. దీని గుఱించి కొందఱు తమ యసమ్మతిని సూచించిరి. కొందఱు 'శక్తిశాస్త్రము' అనియు, కొందఱు 'భౌతికశాస్త్రము'అనియు,కొందఱు'శక్తిపదార్థశాస్త్రము'అనియు, కొందఱు 'గతిస్థితికరణ విద్య' అనియు, పేరు పెట్టవలసినదని మఱికొందఱు మఱికొన్ని పేళ్లు పెట్టవలసినదని, సూచించిరి. వీరందఱిని సంతోషపెట్టుట యసంభవముగదా? మేము 'పదార్థవిజ్ఞాన శాస్త్రము' అని పేరు పెట్టుటకు ముఖ్యకారణములు రెండు:

(1) ఇదివఱకు నీపేరు మరాటీ, హింంగీ, కన్నడము ఈమూడుభాషలలో వాడియున్నారు. ఈమాటను ఈ యర్థమందు మరాటీభాషలో నేఁబది సంవత్సరములనుండి యుపయోగించుచున్నారు. ఇరువది యేండ్లక్రింద కూక్స్‌ఫిజిక్స, పదియైదు సంవత్సరముల క్రిందట గ్యానోస్ ఫిజిక్స (Ganot's Physics) ఈపేరుతోనే మరాటీలో భాషాంతరీకరింపఁబడినవి. 20 సంవత్సరముల క్రిందట బాల్ఫర్ స్టూవర్ట్ ప్రైమర్ మరాటీ హిందీ భాషలలో ఈ పేరుతోనే భాషాంతరీకరింపఁబడి నేటివఱకు నెన్నియో కూర్పులు వేయఁబడినవి. ఈ ప్రైమర్ చాల సంవత్సరములక్రిందట నిదేపేరుతో కన్నడ

ములో వ్రాయఁబడినది. ఇట్లు ఈపేరు హిందూదేశములో సగముకంటె నెక్కుడుభాగమందు నెన్నియో సంవత్సరముల నుండి వ్యవహరింపఁబడు చుండఁగా దెలుఁగులో మాత్రము నేఁడు క్రొత్తపే రెందుకు పెట్టవలయునో తెలియకున్నది. హిందూదేశములోని భిన్నభాషలలోనైన శాస్త్రీయపదము లొక్క రూపముగ నుండుట యత్యావశ్యకము. అట్లుండుట శాస్త్రాభివృద్ధికి మిక్కిలియావశ్యకము కావున మేము ఈపేరు మార్చుట యనావశ్యక మనుకొంటిమి.

(2) మే మీపేరు నిలుపుటకు రెండవకారణము, పైని సూచింపఁబడిన మాఱుపేళ్లయర్థమంతయు ఈ'పదార్థవిజ్ఞాన శాస్త్రము' అను పదములో నిమిడియుండుట. పదార్థము (Matter) ను గుఱించిన విశిష్ట (Special or particular) జ్ఞానము అని దీనికి నర్థము.

పదార్థముల నిజస్వరూపము మార్చక మూలపదార్థమును మూలపదార్థముగానే యుంచి పదార్థమునందుఁ గలుగు మార్పులు పదార్థవిజ్ఞాన శాస్త్రీముయొక్క విశిష్ట (Special) విషయములు. వానినిగుఱించి కలుగు జ్ఞానము విజ్ఞానము. కావున దీనికి 'పదార్థ విజ్ఞాన శాస్త్రము' అను మాట సార్థకమగుటయేగాక యిందువలన నీశాస్త్రమునకును, రసాయనశాస్త్రమునకును (Chemistry) గలభేదము కూడ సూచింపఁబడినది.

ఇదియుఁగాక సంస్కృతములో 'గమన' 'జ్ఞాన' సూచకపదములు సమానార్థకములు. 'యేయే గమనార్థా స్తేతేజ్ఞానార్థాః' అనుసామెత తజ్ఞులెఱింగినదియే. కావున 'విజ్ఞానము' అనగా విశేషచలనము(Vibration) అని యర్థము చెప్పవచ్చును. వెలుతురు, శబ్దము, వేడిమి మొదలయిన భిన్నశక్తులకు మూలము 'విశేషచలన' మే యని శాస్త్రజ్ఞుల యభిప్రాయము. కావున 'పదార్థవిజ్ఞానశాస్త్ర' మనగా 'పదార్థము' (Matter), దానికి భిన్నరూపములనిచ్చు విజ్ఞానము (చలనశక్తి) (Energy), ఈరెంటినిగుఱించి విశేషజ్ఞానముఁ గలుగఁజేయు శాస్త్రము అని చెప్పవచ్చును. ఇట్లు మన మేవిధముగ నాలోచించినను ఈ పదమునందు నేమియు దోషము కానరాదు. అర్థవంతమైనట్టియు, నిర్దోషమై నట్టియు, హిందూదేశము యొక్క సగము భాగమందు వాడుకలో నున్నట్టియు నిట్టి పేరును త్రోసివేసి నూతన నామకరణము చేయుట మేము అనావశ్యక మనుకొంటిమి.

ఇంతకు, గ్రంథముపే రేదియైనను పేరువినినంతమాత్రమున లోనివిషయమంతయు గోచరించుట యసంభవము. గ్రంథవిషయ మిదియని గ్రంథములోఁ జక్కఁగ వివరించినఁగానియది చదువరులకు బోధపడఁజాలదు. వాడుకవలన నొకానొకశాస్త్రమునకు నొకనామము రూఢియగును. ఇంతియ. ఈశాస్త్రమునకు నింగ్లీషులో పెట్టఁబడిన 'ఫిజిక్స్' (Physics) అనుపేరుగూడ తప్పని వాదించు శాస్త్రజ్ఞులు గలరు. అంత

మాత్రమున ఆ పేరు మార్చినారా ? ఇంతతో నీనామకరణమీమాంస చాలించెదము.

గ్రంథకర్తలు.

ఏశాస్త్రము నెవ్వరు చక్కఁగ నభ్యసించి తమయభిమానశాస్త్రముగ గ్రహించిరో వారిచేతనే యట్టి శాస్త్రమును వ్రాయింప వలయునని విజ్ఞానచంద్రికా మండలివారి యుద్దేశము. ఆయుద్దేశము ననుసరించియే మాచేఁ బ్రకటింపఁబడిన 'జీవశాస్త్రము' వైద్యవిద్యావిశారదులగు మ. రా. రా. శ్రీ. ఆచంట. లక్ష్మీపతి, బి. ఏ., గారిచే వ్రాయించినారము. ఈ 'పదార్థవిజ్ఞాన శాస్త్రము' వ్రాయుటకుఁ గూడ నేతచ్ఛాస్త్రమునందు విశేషపరిశ్రమ చేసినవారే దొరికినందుకు 'మండలి' వా రెంతయు సంతసించుచున్నారు. ఈపదార్థవిజ్ఞానశాస్త్రమును రచించిన మ.రా.రా.శ్రీ. ఎం. సాంబశివరావు, బి. ఏ. ఎల్. టీ. గా రీశాస్త్రమునందే పట్టపరీక్షనిచ్చినారు. ప్రస్తుత మదేవిషయము బందరు కాలేజిలో విద్యార్థులకు బోధచేయుచున్నారు.

ఇతరశాస్త్రములనుగుఱించిన గ్రంథములు వ్రాయుటకు మాకిట్టి గ్రంథకర్త లనేకులు కావలయును. ఇట్టి గ్రంథకర్తలకుఁ దగిన ధనసాహాయ్యముకూడ చేయుటకు 'మండలి' వారు సిద్ధముగా నున్నారు. గ్రంథకర్తలుపంపు గ్రంథములలోనివ్యాకరణాది దోషములను సవరించి, వలయు పటములనుచేర్చి గ్రంథమునకు తగినంత వన్నె తెచ్చుటకు 'మండలి'

వా రెప్పుడును సంసిద్ధులై యున్నారు. అన్ని విధములను గ్రంథకర్తలకుఁ బ్రోత్సాహము కలుగఁ జేయుటయు, శక్తికి వంచనలేకుండ వారికిఁ దోడొసంగుటయుఁ దమ పరమపూజ్యమైన కర్తవ్యములని 'మండలి' వా రెంచుచున్నారు.

'జీవశాస్త్రము' యొక్క యుపోద్ఘాతములోఁ బదార్థవిజ్ఞానశాస్త్రవిషయమై వ్రాయఁబడిన కొన్నియంశములను ఈగ్రంథముయొక్క మొదటియధ్యాయమందుఁ బ్రకటించినారము. అచ్చట 'జీవశాస్త్రము' పేరు ఉదాహరింపక యుండుట పొరపాటు.

బాలుర బోధనిమిత్తమై యీ గ్రంథమందు నొక్కొక్కచోఁ బునరుక్తి వచ్చియుండును. ఇది దోషమని తలఁపఁగూడదు. విషయము బోధపడుటకై చెప్పినసంగతియే మఱియొకవిధముగఁ జెప్పవలసివచ్చును.

చదువరులకు హెచ్చరిక.

ఇట్టిశాస్త్రీయ గ్రంథము లచ్చువేయుటకును, గ్రంథకర్తలకుఁ బారితోషికము లొసఁగుటకును, పటములు మొదలయినవి చేయించుటకును, క్యాలికో బైండుకును, 'మండలి'కి మిక్కిలి ధనవ్యయము కలుగునని యందఱును సహజముగా నూహింప వచ్చును. కావున నాంధ్ర ప్రపంచ సాహాయ్యము లేనిది యిట్టిపనులు అవ్యాహతముగ జరుగుట దుర్లభము. ఎంత వ్యయప్రయాసములకైనను ఓర్చి యిట్టి శాస్త్రీయ

గ్రంథములను ప్రకటింప సాహసించిన మాకు భాషాభిమానులు తగిన ప్రోత్సాహ మొసఁగుదురుగాత. క్రొత్తచందాదారుల సంపాదించిపెట్టుటయే మాకు వారు చేయవలసిన సాయము. ప్రస్తుతము చందాదారుల సంఖ్య 1,400 వఱకు వచ్చినది. ఈసంఖ్య 2,000 వఱకు వచ్చుట మండలియొక్క చిరస్థాయిత్వమునకు నావశ్యకము.

ఇట్లు

మండలిప్రతినిధిగా విన్నవించు

విధేయుఁడు.

కె. వి. లక్ష్మణరావు,

సంపాదకుఁడు.



పీఠిక.

ప్రకృతిశాస్త్ర విషయమైన గ్రంథములు మన దేశ భాషలయందు లేకుండుట మనమందర మెరిగిన విషయమే. మనము చాలకాలము నుండియు హూణవిద్య నభ్యసించి యున్నను, హూణభాషలో వ్రాయబడిన ప్రకృతి శాస్త్రముల నేకముల మన దేశీయులు చదువుచుండినను, వానిని దేశ భాషలలోనికి మార్చి జనసామాన్యమునకు శాస్త్రవిషయములను దెలియజేయుట విద్యాధికులకు విధియని మనము గ్రహింపక పోవుటచేతనో, హూణభాష హిందూదేశీయుల సామాన్యభాషయగునని దృఢమైననమ్మకము గలిగి యుండుటచేతనో, మన మట్టి ప్రయత్నమును జేసియుండలేదు. కాలక్రమమున, నిజము నెమ్మదిమీద తేలునన్నట్లు, మన దేశీయులు నిజస్థితిని దెలిసికొని, దేశాభివృద్ధికి దేశవిద్య మూలమని గ్రహించి, 'శాస్త్రములను' (Sciences) గూడ దేశభాషలయందు వ్రాయుటకారంభించిరి. ప్రప్రథమమున నట్టి ప్రయత్నము జేసినవారు, మన యాంధ్రదేశమునకును, ఆంధ్రభాషకును గూడ మహోపకార మొనర్చినట్టి మ. రా. రా. రావుబహదూరు కందుకూరి వీరేశలింగము పంతులవారు. వారు 'శారీరశాస్త్రమును' (Physiology), జ్యోతిశ్శాస్త్రమును (Astronomy), జంతుస్వభావ శాస్త్రమును (Zoology), సంగ్రహముగా మృదుమధుర శైలిని జనరంజకముగా వ్రాసియున్నారు. వారు వ్రాసిన శారీరశాస్త్రముయొక్క మొదటికూర్పునందు, దానికి గలుగు జనాదరణీయమును ప్రోత్సాహమును బట్టి తక్కిన ప్రకృతిశాస్త్రసంగ్రహములనుగూడ వ్రాసెదమని చెప్పిరిగాని, ఏకారణముచేతనో, జ్యోతిశ్శాస్త్రమును, జంతుస్వభావ శాస్త్రమును దప్ప తక్కిన వానిని వ్రాసి ప్రచురించినట్టుగా కనుపడలేదు. తర్వాత ప్రకృతి శాస్త్ర విషయమైన గ్రంథములు, క్రిష్టియన్ లిటరేచర్ సొసయటీ వారివలన ప్రచురింపబడినవితప్ప మరేవియు గానరావు. వారు 'ఆరోగ్యమునకు మార్గము' 'నేనుండు ఇల్లు' (The house I live in) మొదలయిన గ్రంథములను ప్రకటించి తెనుగుభాషకు మహోపకార మొనర్చిరి. కాని యవి మిక్కిలి చిన్నవి.

ఇట్లు, పురాణేతిహాస దృశ్య కావ్య ప్రబంధములు దప్ప, వేరేసద్గ్రంథములును లేక, మిక్కిలి స్రుక్కియున్న యాంధ్రమాతను ప్రజ్ఞాన బలిమివలన ఉన్నతస్థితికి దేవలెనను ఉత్సాహముతో, ప్రజ్ఞానమునకంతయు విజ్ఞానము మూలసాధనముగాన, విజ్ఞాన చంద్రికలు ప్రసరించినఁగాని, ప్రజ్ఞానమునకు సోపాన మేర్పడదని, 'విజ్ఞానచంద్రికా మండలి' వారు తమశక్తికొలది తమచంద్రికల వెదజల్లుటకు మొదలుపెట్టిరి.

వారు పని ప్రారంభించిన కొద్దికాలములోనే, మ. రా. రా. ఆచంట- లక్ష్మీపతి గారిచే రచింపబడిన 'జీవ శాస్త్రము', (Biology) ప్రచురింపబడినది. ఆ గ్రంథమును జదివి చూడ, మన యాంధ్రభాషలో గూడ సంస్కృత భాషా సహాయము వలన నెట్టియుద్గ్రంథములనైనను, ఎట్టి కఠిన శాస్త్రీయ గ్రంథములనైనను వ్రాయవచ్చు నని స్పష్టపడినది.

విద్యార్థిగా నున్నప్పటి నుండియు నాకు 'పదార్థ విజ్ఞాన శాస్త్రము' ను తెనుగున వ్రాయవలెనను కోరిక యుండెను. కాని శాస్త్రీయపదములకు పర్యాయపదములు దొరకక పోవుటచే గొంతకాల మూరకయుండవలసివచ్చెను. క్రిందటి సంవత్సరము ఆగష్టు నెలలో కొన్ని పదములకు సరియైన పర్యాయపదములు దొరకుటచే గ్రంథము నారంభించితిని. ఆరంభించిన తర్వాత పదములు దొరకలేదని గ్రంథమును సాంతము చేయకుండుట యంతమంచిపని గాదని, సందర్భానుసారముగా పదములను గల్పించి గాని, మిత్రుల సాహాయ్యము వలన దెలిసికొని గాని, యేదో యొక విధముగా గ్రంథమును ముగించితిని. అయిన గ్రంథరచనయందును, తెనుగుభాషలో గ్రంథ మూలమున అభిప్రాయములు వెల్లడిచేయుట యందును, ప్రథమప్రయత్నమగుటచే, లెక్కకు మిక్కుటమైన దోషము లిందుండవచ్చును. అట్టి దోషములను చదువరులు నాకు జూపి, తమ యభిప్రాయములను నాకు దెలుపుదురని ప్రార్థించు చున్నాను.

ఇట్టి శాస్త్రగ్రంథములు, చిత్రపటములు లేక సుబోధకములు గావు గనుక, పటములను గూడ నిందు బొందుపఱచినాను. అట్టి పటములకు వలయుదిమ్మలను (Blocks) అధిక వ్యయ ప్రయాసములకు వెనుదీయక సిద్ధముచేయించి గ్రంథమును ప్రచురించిన విజ్ఞానచంద్రికా మండలివారిని నేనెంతయు బ్రస్తుతింపవలసి యున్నది.

'ఉష్ణము' (Heat) ను గురించి కొంత భాగమును వ్రాయుటయందు నాకు దోడ్పడిన నామిత్రుడైన మ. రా. రా. వేమూరి. విశ్వనాథ శర్మగారికి నేను కృతజ్ఞుడనై యున్నాను. నన్నీయుద్యమమునందు ప్రోత్సాహ పరిచి, నా గ్రంథమునందలి తప్పులను సవరించి, కొన్ని భాగములను సర్వజనులకు సుబోధకముగా నుండునట్లు మార్చి కొన్నిటిని నూతనముగా జేర్చి * గ్రంథమున కెన్నియో విధముల మెరుగుపెట్టి యది సకల జనోపయోగ కరముగు నట్లుగా జేసిన మ - రా- రా- కొమర్రాజు వేంకట లక్ష్మణరావు పంతులు, ఎం. ఏ. గారికి నాకృతజ్ఞతా పూర్వకవందనముల నాచరించుచున్నాను.

ఈగ్రంథమును వ్రాయుటయందు నాకు, 'వాడ్సన్' 'గేజ్ మోక్' 'పోయిజర్' 'గ్రిగర్ అండు సిమ్మన్సు' 'లక్ష్మీనరసునాయుడుగారు' మొదలైనవారు హూణ భాషలో

---

* విషయసూచికలో * ఈగుర్తు వేయబడిన ప్రకరణములు మ.రా.రా. లక్ష్మణరావు గారు క్రొత్తగా వ్రాసినవి.

వ్రాసిన గ్రంథములు నాకు సహకారులుగా నుండినవి, కనుక వారికి నే కృతజ్ఞుడ. ఈగ్రంథమును వ్రాయుటయందు నాకు గల ముఖ్యాభిప్రాయము, చిన్న బిడ్డలకు బోధించు క్రింది తరగతుల యుపాధ్యాయులును, తమబిడ్డలు స్వభావ వికృతుల (Natural phenomena) గూర్చి ప్రశ్న వేసి నప్పుడు, వారికి తగిన యుత్తరము నీయలేక 'ఏడిశావు నీ కెందు కది' యని వారికి స్వభావమైన బాల్యాసక్తికి నిరుత్సాహము పుట్టించు తలిదండ్రులును, ఈగ్రంథమును జదివి తమ బిడ్డల యాసక్తిని పూవులోనే ద్రుంచివేయక, దానికి తగిన వ్యాయామమును గల్పించి, తాముకూడ తోత్పడు చుందురనియు, తమ బిడ్డలను 'బడియుపాధ్యాయుల'కు ఒప్పగించి, తామూరకుండక తాము కూడ జాగ్రత దీసికొని, స్వల్పవిషయముల వారికి దెలుపుచుందురనియు. ఈ ప్రయత్నమును నే నెంతవరకు నెరవేర్చితినో నాకు దెలుపుట చదువరుల భారము.

ఇట్లు
సుజన విధేయుడు,
మంత్రిప్రగడ సాంబశివరావు.

విషయసూచిక.

మొదటి అధ్యాయము.

(CHAPTER i.)

రెండవ అధ్యాయము.

(CHAPTER ii.).

పుటసంఖ్య.

మూడవ అధ్యాయము.

(CHAPTER III.)

నాల్గవ అధ్యాయము.

(CHAPTER IV.).

అయిదవ అధ్యాయము.

(CHAPTER V.)

పుటసంఖ్య

ఆరవ అధ్యాయము.

(CHAPTER VI).

ఏడవ అధ్యాయము.

(CHAPTER VII.)

ఎనిమిదవ అధ్యాయము.

(CHAPTER VIII.)

తొమ్మిదవ అధ్యాయము.

(CHAPTER ix.)

పదియవ అధ్యాయము.

(CHAPTER x.)

పదునొకండవ అధ్యాయము.

CHAPTER xi.)

పండ్రెండవ అధ్యాయము,

(CHAPTER xii.)



విషయసూచిక.

రెండవ భాగము.

ప్రథమాధ్యాయము.



పుటసంఖ్య.



ద్వితీయాధ్యాయము.

తృతీయాధ్యాయము.

చతుర్థాధ్యాయము.

విద్యుత్

(ELECTRICITY).



మొదటి భాగము.

పదార్థవిజ్ఞానశాస్త్రము.

మొదటి యధ్యాయము.

పదార్థ మన నేమి ?

ఈ భౌతికసృష్టిలో నెటుచూచినను అసంఖ్యాములైన పదార్థములు కానవచ్చుచున్నవి. కొండ, సముద్రము, సూర్యుడు, గాలి, కుర్చి మొదలగునవాని నన్నిటిని మనము పదార్థములు అని చెప్పుచున్నాము. ఇప్పుడు పేర్కొన్నపదార్థము లన్నియు విజాతీయములే కాని సజాతీయములు కావు. అట్లయిన వీని నన్నిటిని మనము ఒక్కపేరుతో పిల్చుట యెట్లు తటస్థించుచున్నది ? ఒక్కపేరుతో పిలువబడు వస్తువుల కన్నిటికి నేదియైన నొక్కసాధారణధర్మమయినను ఉండవలయునుగదా ? కావున పదార్థము లనబడువానికిగల సాధారణధర్మములను కనుగొందము. ఈ పదార్థముల కన్నిటికిని 'జడత' (Inertia) యొక ముఖ్యమైన సాధారణ ధర్మము. కావున నే వీనిని జడపదార్థము లనియెదరు. ఈ పదార్థముల కన్నిటికిని 'వైశాల్యము' అనునది యింకొక సాధారణధర్మము. అనగా ఈ పదార్థము లాకాశము (అవకాశము Space)లో కొంతభాగమును ఆక్రమించుకొనును. ఒకపదార్థ మున్నస్థలములో ఏకకాలమందు మరియొక పదార్థ ముండుటకు వీలు లేదు. ఈపదార్థముల కన్నిటికిని ముఖ్యమైన సాధారణ ధర్మము 'బరువు' లేక 'భారము' అనునది. ప్రతిపదార్థమునకును కొద్దిగానో గొప్పగానో బరువు కలదు. ఈ పదార్ధముల కన్నిటికిని ఇంక ననేకసాధారణధర్మములు కలవు. వాని నన్నిటిని రెండవ ప్రకరణ

ములో వివరముగా వర్ణించెదము. ప్రస్తుతము దిక్ప్రదర్శనముగా ఈసాధారణ ధర్మములు చూపబడినవి. ప్రస్తుతము చదువరులు 'స్థలము నాక్రమించునదియు బరువు కలదియు నైన పదార్థము' (Matter) అని 'పదార్థము' యొక్క వ్యాఖ్య జ్ఞాపక ముంచుకొనిన చాలును.

శక్తి (Energy).

పైని వర్ణింపబడిన జడత్వస్వభావము గల పదార్థములకు చలనము నిచ్చు వివిధశక్తులను గూడ మనము సృష్టిలో ప్రతినిత్యమును కనుగొనుచున్నాము. 'శక్తి' (Energy) యనగా సామర్థ్యవిశేషము. గురుత్వాకర్షణము (Gravitation), పరమాణ్వాకర్షణము (Cohesion), ఉష్ణత (Heat), ప్రకాశము (వెలుతురు Light), ధ్వని (Sound), లోహచుంబకత్వము (Magnetism), విద్యుత్ (Electricity) మొదలయినవి యీ సృష్టిలోని కొన్ని శక్తులు. ఇవి పదార్థముల స్థితిలో అనేకములయిన మార్పులు కలుగజేయును. ఇందు కుదాహరణముగా నొక యినుపముక్కను తీసికొనుడు. అది చల్లగా నున్నప్పుడు దానిని మీరు చేతితో తాకవచ్చును. దానిమీద నిప్పుపుల్ల పెట్టిన నది వెలుగదు. ఆ యినుపతునుకను నిప్పులో వేసి యెర్రగ నగువరకు కాచి యీవలకు తీయుడు. అప్పుడు దానిని మీరు తాకగలరా? లేదు. దానిమీద నిప్పుపుల్ల పెట్టిన నది మండును. ఇది యుగాక కాచినందున ఆయినుపతునుక పొడువగును. ఇవన్నియు ఉష్ణత వలన ఆయినుప తునుకయందు గలిగినమార్పులు. ఈ యినుపతునుకను సూదంటురాయియొద్దకు తీసికొనిపోయిన నది దానిచే నాకర్షింపబడును. ఇట్లే యితరశక్తులవలన పదార్థముయొక్క పదార్థత్వము మారక యనేకములగు మార్పులు కలుగుచున్నవి. సృష్టిలోని పదార్థములయందు పైని చూపబడిన శక్తులవలన గలుగు నిట్టిమార్పులు, అనగా పదార్థముయొక్క 'స్వత్వము'ను లేక 'స్వస్వరూపము'ను చెరపనట్టిమార్పులు, ఈ పదార్థవిజ్ఞానశాస్త్రమందు వర్ణింపబడును.

భౌతికమార్పులు, రాసాయనిక మార్పులు.

(PHYSICAL AND CHEMICAL CHANGES.)

'పదార్థము యొక్క స్వత్వమును చెరుపనట్టి మార్పులు' ఈపదార్థవిజ్ఞాన శాస్త్రముయొక్క విషయము లని పైని చెప్పియున్నాము. ఆమాటల కర్థము కొంచెము వివరముగా వ్రాసినగాని చదువరులకు తెలియనేరదు. సృష్టిలోని శక్తులు పదార్థములలో అనేక విధములయిన మార్పులు కలిగించును. అందు కొన్ని మార్పులవలన ఆపదార్థముయొక్క స్వరూపము పోయి స్వత్వము వినాశము చెంది యాపదార్థము వేరు పదార్థముగా మారును. అనగా, దానికి సంపూర్ణ స్వత్వనాశనము సంభవించును. కొన్ని మార్పులవలన పదార్థమునకు గొన్ని క్రొత్తగుణము లబ్బునేగాని అది స్వరూపనాశము చెందదు. ఇందుకు కొన్ని యుదాహరణముల నిచ్చినగాని యీ విషయము చదువరులకు చక్కగ బోధపడ నేరదు.

1. సున్నము పసుపు కలిపిన యెడల నవి రసాయనాకర్షణము (Chemical attraction) చే గలిసి, స్వస్వరూపమును విడిచి వసంత మను ఎఱ్ఱనిపదార్థముగా మారుచున్నవి. సున్నమును పోయినది, పసుపును పోయినది. రెండును కలిసి మూడవపదార్థ మైనది.

2. పాలు తెచ్చి అందు రాత్రి కొంచెము చల్ల పోసి తోడుపెట్టిన తెల్లవారువరకు పాలస్వత్వము మారి పెరుగు అగుచున్నది. ఇదియు రసాయనాకర్షణముయొక్క మాహాత్మ్యమే.

3. మనము ప్రతిదినమును భక్ష్యభోజ్యాదిపదార్థములను భుజించుచున్నాము. అవన్నియు మనగర్భమందు జరుగు రసాయన క్రియవలన స్వస్వరూపమును పోగొట్టుకొని మన శరీరమునకు ఆవశ్యకమైన రక్తముగను అనావశ్యకమైన విష్ఠాదులుగను మారుచున్నవి.

4. ఇంగిలీకమును పొడిచేసి గిన్నెలో నుంచి, గిన్నెను వెచ్చచేసిన యెడల నది పాదరసముగను ఒకవాయువుగను మారును. వాయువు ఎగిరి

పోవును. పాదరసము మాత్రము గిన్నెలో నుండును. ఇంగిలీకపు ధర్మములును పాదరసపుధర్మములును ఒక్కటి కావని వేరుగ చెప్పవలెనా?

5. చెట్టుమీద కాడ తెగినందున పండు భూమిమీద పడుచున్నది. అనగా, నది భూమిచే నాకర్షింపబడుచున్నది. అందుచే దానికి గొంత చలనము (Motion) కలుగుచున్నది. ఈచలనము అనునది పండునకంతకు పూర్వము లేని క్రొత్తధర్మము. ఈ మార్పువలన పండున కీక్రొత్తధర్మ మబ్బినను దానిపూర్వపు ధర్మముల (Properties) నది వదలలేదు. అనగా, దానికి స్వత్వనాశము కలుగలేదు.

6. ఒకసూదిని అయస్కాంతముతో రుద్దినయెడల దానికి కొంత కాలమువరకు అయస్కాంత గుణము లబ్బుచున్నది కాని దాని పూర్వధర్మములుగాని స్వత్వముగాని పోదు.

7. నీరు కాచినందున దానిలో చలనము పుట్టును. అది ఆవిరిగా మారును గాని స్వత్వనాశమును చెందదు.

8. విద్యుచ్ఛక్తివలన ట్రాంబండ్లకు గొప్ప వేగము ప్రాప్తమగుచున్నదేగాని వానికి అంతకుపూర్వము గల ధర్మములు మారుట లేదు.

పైని తెలుపబడిన యెనిమిది యుదాహరణములలో రెండువిధములయిన మార్పులు కానబడు చున్నవి. మొదటి నాలుగు ఉదాహరణములును పదార్థముల స్వత్వమును చెరిచిన మార్పులు. చివర నాలుగు ఉదాహరణములును అట్లు పదార్థము యొక్క స్వత్వమును చెరపక అందు కొంచెము నూతన ధర్మములను కల్పించిన మార్పులు. ఈమార్పు సామాన్యమైనది; హెచ్చు మార్పు కాదు. మొదటినాలుగు ఉదాహరణములలోను స్థిరమైన మార్పులు కలిగి క్రొత్త వస్తువులు పుట్టును. ఈరెండు మార్పులను గురించి చర్చించు శాస్త్రములు రెండు కలవు. అందు మొదటి మార్పును గురించి, అనగా పదార్థముయొక్క స్వత్వమును మార్చునట్టిమార్పును గురించి, చర్చించునది 'రసాయన' శాస్త్రము (Chemistry); రెండవ విధమైన

మార్పును గురించి, అనగా పదార్థము యొక్క స్వత్వమును (Individuality) పోగొట్టని మార్పును గురించి, చర్చించునది ప్రస్తుతవిషయ మగు పదార్థ విజ్ఞాన శాస్త్రము. ఈ రెండు శాస్త్రములకు గల భేదమును గురించి విజ్ఞానమండలివారిచే ప్రకటింపబడు రసాయనశాస్త్రములో విపులముగా వివరింపబడును. కావున ఈవిషయ మింతట చాలించెదము.

పదార్థమునకు వినాశము లేదు.

కొన్నిమార్పులు కలిగినప్పుడు పదార్థముల స్వత్వములకు నాశము కలుగుచున్న దని పైని వ్రాసినందున పదార్థమునకు సంపూర్ణవినాశము కల దని చదువరులు భ్రమపడుదురేమో? అట్లనుకొన గూడదు. ఆయా పదార్థములు స్వత్వమును విడిచి యన్యపదార్థములుగా మారు నని మా తాత్పర్యము కాని ఆపదార్థములోని ద్రవ్యము వినాశము చెందునని కాదు. ఆపదార్థములోని ద్రవ్యము వికారము బొంది వేరు పదార్థముగా పరిణమించును. ఇంతియు.

ఈ సృష్టియం దున్న యేవస్తువుగాని నాశము జెందదు. మనము వస్తువులు నాశము చెందిన వని యనుకొను ప్రసంగము లన్నియు రూపాంతరములు; వినాశములు కావు. వీథిలో నిప్పుడున్న నీరు కొంతకాలమున కుండదు. అది నాశము చెందెనని పామరు లనుకొన వచ్చును. ఆనీరు ఆవిరిరూపమును చెందె నేకాని నాశము చెందలేదు. కఱ్ఱ కాలి పోయిన యెడల నది నాశము చెందెనని మనము తలచెదము కాని యది బొగ్గులుగను, కర్బన ద్వ్యమ్లజిద (Carbon Dioxide) మను శాస్త్రీయనామము గల బొగ్గుపులుసు గాలి(పొగ)గను మారెనేగాని నశించి పోలేదు. ఈలాగున నే సృష్టిలోని యత్యంత సూక్ష్మమైన యణువు కూడ నాశము చెందనేరదు. సత్తునుండి యసత్తు పుట్టనేర దని మన వేదాంతులు చెప్పెడిమాట కిదియు యర్థము. ఇంతియు కాదు. అసత్తునుండియు సత్తు పుట్టనేర దని మనపూర్వులవలెనే యాధునిక శాస్త్రజ్ఞులును అభిప్రాయ పడెదరు; అనగా, క్రొత్తయణువులు పుట్టవు. ఇదివరకు జగత్తునం దెంత

జడపదార్థము గలదో ఆపరిమాణము ఎన్నడును తక్కువయైనను కాదు, ఎక్కువయైనను కాదు. సృష్టియందు మనము చూచుచున్న పదార్థముల యుత్పత్తిలయాదులు సృష్టియందలి జడముయొక్క స్వరూపభేదములే కాని, యందు గొంచెమైనను క్రొత్తద్రవ్యము వచ్చి చేరదు; ఉన్నది తగ్గదు.

2. శక్తికి వినాశము లేదు.

జడమువలెనే శక్తికూడ నాశము జెందునది కాదు. తుపాకిలో నుండి బహువేగముతో బయలు దేరిన గుండు గోడకు దగిలి యాగిపోవును. అంత నా వేగమను శక్తి నశించె నని మన మనుకొందుము. అది నశింపలేదు. ఆ గుండు ఆ గోడ కెచ్చట దగిలెనో యచ్చట బట్టిచూచిన యెడల అది వెచ్చగా నుండును. ఇట్లు ఆ వేగ మను శక్తి యుష్ణత యను శక్తిగా మారెనే కాని నాశము జెంద లేదు. ఇటులనే పొగబండిలోని యుష్ణతను కొన్ని యుపాయములచే గమనముగ (Locomotion) మార్చెదరు. చెన్నపట్టణములో మన మెక్కి తిరుగు ట్రాంబండ్లలో విద్యుచ్ఛక్తిని గమనముగా మార్చెదరు. మైసూరు ప్రాంతమున గావేరీనది యొక కొండమీదనుండి క్రిందికి దుముకును. ఆ ప్రపాత మనునది (Waterfall) యొకశక్తి. దానిని విద్యుచ్ఛక్తిగా మార్చి దానిచే కోలారునొద్దనున్న బంగారపు గనులను త్రవ్వించుచున్నారు. ఇట్లు సృష్టిలోని యొక శక్తి మరియొక శక్తిగా మారునేగాని నాశము జెందదు.

పరమాణువాదము.

పదార్థములనుగురించి శాస్త్రజ్ఞులు చెప్పు మరియొక సిద్ధాంతము కూడ చదువరులు తెలిసికొనవలయును. ఒక చిన్న కాగితపు ముక్కను తీసికొని రెండు తునుకలు చేయుము. అందులో నొక తునుకను మరల రెండుగ చీల్చుము. ఆచిన్న తునుకలలో నొకదానిని మరల రెండు తునుకలు చేయుము. ఈప్రకారము సగము సగము చేయుచు బోయిన కొంత కాలమునకు నవి మిక్కిలి చిన్నవియై వానిని చేతితో చించుటకు వీలు

లేక పోవును. తరువాత సూక్ష్మదర్శని యంత్ర సహాయమును శస్త్రముల సహాయమును పొంది వానిని చించుచుబోయిన, కొంతకాలమునకు నా తునుకలు ఇక ఖండించుటకు వీలులేవంత చిన్నవి యగును. ఇట్లు ప్రతి పదార్థమును ఖండించుటకు వీలులేవంత చిన్న యణువుల సమూహము. ఈయణువులు ఆకర్షణ శక్తిచే నొకచోట గూడియుండి పదార్థ మగుచున్నవి. కేవల మూహచే తెలిసికొనునంత యత్యంత సూక్ష్మమైన పరమాణువులచే నీయణువులు ఏర్పడె నని శాస్త్రజ్ఞుల సిద్ధాంతము. కణాద ఋషికృత వైశేషికదర్శనముయొక్క సిద్ధాంతమును ఇట్టిదియే. అందుచేతనే యాఋషికి 'కణభుక్' 'కణాద' నామములు కలిగెను.

ఇట్లు మన మిదివరకు పదార్థవిజ్ఞాన శాస్త్రముయొక్క విషయమును కనుగొని యిక నాశాస్త్రమును అభ్యసింపుదము.

శాస్త్రాభ్యాస సాధనములు.

ఇతర భౌతిక శాస్త్రములవలెనే యీ శాస్త్రమును అభ్యసించుటకు గూడ ప్రత్యక్షానుభవమే ముఖ్యసాధనము. ఇంద్రియజన్య జ్ఞానము ప్రత్యక్ష మని చదువరులకు వేరుగ చెప్పనక్కరలేదు. ఈ ప్రత్యక్షానుభవము రెండు విధముల కలుగును. ఒక విధమునకు 'అవలోకనము' (Observation)అనియు, రెండవదానికి ప్రయోగ మనియు నామములు. 'అవలోకనము' నకు 'నిరీక్షణము' 'ప్రేక్షణము' అని నామాంతరములు.

1. అవలోకనము.

సృష్టిలోని పదార్థములను, వానిగుణధర్మములను, వ్యాపారములను, కార్యకారణ సంబంధములను, సృష్టినేమములను కనుగొను నిమిత్తమై సృష్టిలో జరుగుచున్న నైసర్గికములగు మార్పులను(Phenomena)శ్రద్ధతో చూచుట. అవలోకన మనబడును. గ్రహణము లెప్పుడు వచ్చునో లెక్క వేయువిధము జ్యోతిష్కులెట్లు కనుగొనిరి? అవలోకనమువలననే. గ్రహణము లెప్పుడు పట్టునో కనిపెట్టుచు గొన్ని దినములవరకు నవలోకనము

చేసి సూర్యగ్రహణము అమావాస్యనాడును చంద్రగ్రహణము పౌర్ణిమనాడును తప్ప ఇతర దినములలో రావని నిశ్చయించుకొనిరి. కొన్ని సంవత్సరములవరకు గ్రహణావలోకనము చేయుచు తుదకు గ్రహణచక్రము 18 సంవత్సరముల 11 దినముల 7 గంటల 42 నిమిషము (minutes)ల కొకసారి తిరుగుచుండునని, అనగా బదునెనిమిది సంవత్సరము లయినతరువాత మరలమరల ఆయాగ్రహణములే వచ్చునని, తెలిసికొనిరి. అందుచే గొన్ని గంటలు హెచ్చు తక్కువగా గ్రహణములు లెక్కవేయుట నెరిగిరి. మరి యనేక సంవత్సరములు గ్రహణ ఘటికలను గనిపెట్టి నిమిషభేదముగూడ లేకుండ లెక్కవేయుట నేర్చిరి. ఇట్లు జ్యోతిశ్శాస్త్రమంతయు ఆకాశ గోళములయొక్క చలనములను వేలకొలది సంవత్సరములవరకు అవలోకించి యవలోకించి అనేకతరముల వారిచే సాధింపబడినది. జ్యోతిశ్శాస్త్రాభివృద్ధికి అవలోకనమే ముఖ్యాధారము. ఇట్లు అవలోకనమే ఆధారముగా గల శాస్త్రములు అభివృద్ధియగుటకు విశేష కాలము పట్టును. ఎందుకనగా, మన మవలోకనము చేయవలసిన సృష్టిలోని వ్యాపారము మనకు నిష్టమువచ్చినప్పుడు జరగదు అది వచ్చినప్పుడు కనిపెట్టుకొని మనము చూడవలెను. సూర్యునియందలి మచ్చలను గురించి కనుగొనవలెననిన, ఆమచ్చలు సూర్యునియందు సంవత్సరములో నెప్పుడు కానవచ్చునో యప్పుడు వానిని మనము పరీక్షింపవలసినదే కాని వట్టిసమయములందు నేమియు జేయు వీలు లేదు.

2. ప్రయోగము.

సృష్టిలోని పదార్థముల గుణధర్మములను గనుగొనుటకు అవలోకన పద్ధతి యంతగా నుపయోగపడదు. మంచుగడ్డలు నీటికంటె బరువా లేక తేలికయా యని కనుగొనవలసియున్నది. ఇది కేవల మవలోకనపద్ధతివలననే యెరుంగవలెననిన, మంచుగడ్డలు కట్టి తరువాత పెద్దవర్షము వచ్చి ఆంగలో నవి కొట్టుకొని పోయినప్పుడు ఆగడ్డలు నీటిలో తేలునా ముణు

గునాయని చూచికదా మనము నిర్ణయింపవలసినది. నీరు స్వాభావికముగా గడ్డకట్టని యుష్ణదేశములో ఈయోగ మెన్నడును రాదు. కావున అట్టి దేశవాసులకు అవలోకనమార్గ మీవిషయశోధనలో బనికిరాదు. అట్టివారు మరి యన్యవిధముల నీటిని మంచుగా మార్చి, యామంచుగడ్డను నీళ్లలో వేసి యది తేలుట జూచి, యది నీళ్లకంటె తేలిక యని నిశ్చయింపవలెను. ఇటుల శోధించి చూచుటకు ప్రయోగ మని పేరు. ఇంకొక యుదాహరణము జూపెదము. విద్యుత్ (Electricity) యొక్క గుణధర్మములను గనుగొనవలసి యున్నది. సృష్టిలో అవలోకనమార్గమున విద్యుత్తును జూడవలె నన్న వర్షాకాలమునందు ఉరుము మెరుపురూపమునగాని అది కానరాదు. అట్లు వానతో గాలితో గలసి, ఆకాశమునం దెంతయో యెత్తున నున్న విద్యుత్ గుణధర్మముల గాంచుట యెట్లు? అందుకై శాస్త్రజ్ఞులు ఈభూమిమీదనే విద్యుత్తును పుట్టించు నుపాయములు చూడసాగిరి. పదార్థముల రాపిడివలన మిరుమిట్లు గలుగునని చూచి యనేక పదార్థములను ఒకటితో నొకటి రాచి శోధించిరి. శోధింపగా శోధింపగా అద్దము, పట్టు, ఈరెంటి రాపిడివలన నిచ్చట విద్యుత్తును పుట్టింపవచ్చును అని ప్రత్యక్షానుభవమువలన గనిపెట్టిరి. ఈ చేసిన శోధనల కన్నిటికిని ప్రయోగము లని పేరు. ఇట్లు భూమిమీదనే విద్యుత్తును బుట్టించి, అందులో ననేక ప్రయోగములు (Experiments) ప్రయోగశాల (Laboratory) లో జేసి, ధనవిద్యుత్ (Positive Electricity), ఋణవిద్యుత్ (Negative Electricity) అను రెండు విద్యుత్తులు కలవనియు, అందు నేకజాతి విద్యుత్తులకు పరస్పరవైరమును, భిన్నజాతులకు బరస్పరస్నేహమును గలదనియు, భిన్నజాతుల మిశ్రణమే పిడుగనియు, మొదలయిన యనేకాంశముల గనుగొని యావిద్యుత్తును తను బానిసగా జేసికొని దానిచే బండ్లు లాగించుకొనుచున్నారు, విసనకర్రలు వీవించుకొనుచున్నారు, దీపములు వెలిగించుకొనుచున్నారు, పిండి విసరించుకొనుచున్నారు !!!

రెండవ యధ్యాయము.

పదార్థముల ధర్మములు.
(PROPERTIES OF MATTER.)

మొదటి అధ్యాయములో పదార్థముయొక్క సామాన్య లక్షణము చెప్పియుంటిమి. ఇప్పుడు పదార్థముల ధర్మములనుగురించి కొంచెము వివరముగా విచారించెదము. క్రింద వర్ణింపబోవు ధర్మములు సకలపదార్థములకు సామాన్యమైనను కొన్నిటిలో కొన్నిధర్మము లధికముగా నుండును, కొన్నిటిలో కొద్దిగా గానవచ్చును, మరికొన్నిటిలో నామమాత్రముగా నుండును. ఇక పదార్థధర్మములు వివరించెదము.

1. పరిమేయత (Extension).—ఈధర్మమును బట్టి ప్రతిపదార్థమును కొంతస్థలమును ఆక్రమించుకొనును. అనగా ప్రతి పదార్థమునకును పొడుపు, వెడల్పు, మందము అను పరిమాణములు (కొలతలు) ఉండును. ఇట్టిధర్మమునకు 'పరిమేయత' యని పేరు.

2. అభేద్యత (Inpenetrability).—రెండుపదార్థము లొక్కకాలమున ఒకచోట నుండుటకు వీలు లేదు. ఈగుణము గట్టిగా నుండు ఇనుమునకును, పలుచగా నుండు గాలికిని సమానము. గాలియున్నచోట నొక యినుపముక్కను ఉంచదలచితిమేని యాగాలిని అచ్చటినుండి తొలగింప వలయును. గాలియు ఇనుమును ఏకకాలమందు నొక్కచోట నుండజాలవు. ఒక కర్రలోనికి ఇనుపమేకు కొట్టినయెడల ఆకర్రయు మేకును ఏకకాలమం దొకచోట లేవా యని చదువరు లడుగవచ్చును. లేవనియే ప్రత్యుత్తరము. మేకు ఆకర్రయొక్క యణువులను ఇటు అటు త్రోసి సలము చేసికొని అందు ప్రవేశించెనే కాని మరి వేరుకాదు.

3. సచ్ఛిద్రత (Porosity).—మన మొక యిటికముక్కగాని అద్దుడుకాగితముగాని తీసికొని, దానిమీద కొంచెము నీరు పోసిన అది లోపలికి ఇనికిపోవును. చాల నీరు పోసిన యెడల రెండవ వైపునుండి కారును. ఇట్లు వచ్చుటకు దానియందు రంధ్రము లుండవలెను. ఆరంధ్రములలో నీరు చొచ్చి యిట్లు కారును. ఇట్లు రంధ్రములు కలిగియుండుటకు 'సచ్ఛిద్రత' యని పేరు. ఇట్లు పదార్థములు సచ్ఛిద్రములుగా నుండుటకు వానియణువుల యంతరమే కారణము. ఆయణువులు ఒకటి నొకటి యంటియుండక కొంచెము అంతరము కలిగి యుండును. వేరువేరు పదార్థములలో ఈ అంతరము వేరువేరువిధముగ హెచ్చుతగ్గులుగనుండును. కాని యన్నిపదార్థములలోను ఈధర్మముండును. కర్రకు సచ్ఛిద్రతకలదు. బంగారమునకీగుణము కలదు. బంగారపుబంతి చేసి లోన నీరు పోసి, దాని రంధ్రమును బంగారముతో పూడ్చి, యాబంతిని యన్నిప్రక్కల నుండియు నొత్తగా లోనినీటికణములు దానిఛిద్రములలో నుండి వెడలును. ఇనుమునకుగూడ 'సచ్ఛిద్రత' యను ధర్మము కలదని శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనిరి !

4. భారము (Weight).—పదార్థము లన్నియు బరువు కలిగియుండుటచే 'భారము' దానిముఖ్యగుణ మని చెప్పవచ్చును. ఈగుణము దీని కెట్లు కలిగినదో ముందు విచారింపనగును.

5. కాఠిన్యత (Hardness).—మన మొక సుద్ద ముక్కను కర్రను, ఇనుపమేకును, గాజుపెంకును తీసికొని ఒకదానితో నొకటి గోకుటకు ప్రయత్నించిన మొదటి రెండును మిగిలినరెంటిచే సులభముగా గోకబడును. దీనిని బట్టి చూడ కొన్ని పదార్థములు తక్కిన వానికంటె కఠినమైనవని తెలియవచ్చును. మనము సాధారణముగా వజ్రమును వజ్రముతప్ప మరియేదియు కోయలేదని వినుచుందుము. దీనికి కారణము వజ్రముకంటె కఠినమైనపదార్థము లేకపోవుటయే. ఇట్టిగుణమునే 'కాఠిన్యత' యందురు.

6. భిదురత (Brittleness).—మన మొక చిన్న యిటికముక్కను ఒక గాజుముక్కను తీసికొని యీరెంటిని కొంచె మెత్తునుండి భూమిమీద పడవైచిన గాజుపెంకు తుత్తునియలుగా పగిలిపోవును. కాబట్టి కొన్నివస్తు

వులు ఎక్కువ త్వరలో పగిలిపోవు నని మనకు తెలియును. ఈగుణమునే భిదురత’ యందురు.

7. విభాజ్యత (Divisibility).—మనము కొంత ఉప్పును తీసికొని చేతితో గట్టిగా నలిపిన అది పొడి యగును; ఆ పొడిని గోటిలో వేసి దంపిన ఇంకను మెత్తని పొడిగా మారును; దానిని తీసికొని నీటిలో వేసిన మన కంటికి కనుపడనంత చిన్న అణువులుగా మారి నీటిలో కలిసిపోవును. దీనినిచూడ, పదార్థమును మనము చిన్నచిన్న అణువులుగా చేయవచ్చు నని తెలియుచున్నది. ఇట్టిగుణమును ‘విభాజ్యత’ యందురు.

8. విస్తార్యత (Malleability).—మనము బంగారు వెండి మొదలైనవి మిక్కిలి పల్చని రేకులుగ చేయుట నెరుగుదుము. ఇట్టి రేకులు వేడి యన్నముపై పరచిన కరగి పోవునంత పలుచనగా గూడ చేయవచ్చును. లోహములన్నిటిలో బంగారునందీగుణ మెక్కువగా నున్నది. అనేక వేల రేకులు కలిసి అంగుళములో నాలవవంతుకంటె నెక్కువ దళసరి కలుగకుండునట్లు చేయవచ్చును; ఇట్టిగుణమును ‘విస్తార్యత’ యనియు లేక పత్రములవలె చేయబడుటచే ‘పత్రకరణీయత’ యనియు చెప్పవచ్చును.

9. తంత్రీకరణీయత (Ductility).—బంగారు, వెండి, రాగి మొదలైన వస్తువులను పన్నని తీగగా చేయుట కూడ మన మెరుగుదుము. కొన్ని లోహములు మిక్కిలి సన్నని తీగ చేయుటకు వీలుగా నుండును. ఇంగ్లీషులో ‘ప్లాటినమ్’ అను లోహము వడ్లగింజంత యుండిన దానిని మిక్కిలి పొడవైన తీగగా చేయవచ్చును. దీనినే ‘తంత్రీకరణీయత’ యందురు. ఇది పైగుణముతో సంబంధించి యున్నది.

10. స్థితిస్థాపకశక్తి (Elasticity).—మన మొక రబ్బరు బంతిని తీసికొని దానికి మసి బూసి తెల్లని గోడపై కొట్టిన ఒక పెద్ద నల్లని మచ్చ పడును. ఇంత పెద్దమచ్చ పడుటకు కారణ మాలోచించి చూచిన యెడల బంతి గోడకు తగిలిన సమయమందు ఆమచ్చ పడినంత వరకు అది నొక్కబడిన

దనియు తర్వాత వెనుకటి స్థితిని పొంది తిరిగి క్రిందబడిన దనియు తెలియును. ఈవిధముననే దంతపుబంతి, రబ్బరుగొట్టము మొదలైన వన్నియు తమస్థితి యేకారణము చేతనైన మారినప్పుడు తిరిగి తమ ప్రథమస్థితిని పొందుటకు ప్రయత్నించును. ఇట్టి గుణము ‘స్థితిస్థాపకత’ యని చెప్పబడును.

11. జడిమ (Inertia).—ఇవన్నియు గాక ఏ వస్తువునకుగాని తనంతట తాను ప్రదేశము మార్చుకొనగల శక్తి లేదని మన మెరుగుదుము. జడమునకు చలన మెక్కడిది? మన మొక వస్తువును ఒకచో నుంచి దాని నక్కడ తిరిగి చూడని యెడల దాని నెవరో తీసి రని వెంటనే తెలిసికొందుము ఇట్టి స్వభావము ప్రతివస్తువునందును గలదు. దీనినే ‘జడిమ’ లేక ‘జడత్వము’ అనవచ్చును.

జడత్వమభావసూచక ధర్మము.—సకల జడపదార్థములును చలనమును గురించిగాని నిశ్చలతను గురించిగాని యౌదాసీన్యమును అవలంబించి యుండును. అనగా, నిశ్చలత గల జడపదార్థము తనంతట తాను గమనమును చెందనేరదు. గమనముగలపదార్థము తనంతట తాను గమనము విడిచి నిశ్చలత చెందనేరదు. బహిఃప్రేరణ(Outward Stimulus)గలిగిన గాని జడపదార్థములయొక్క స్థితి మారనేరదు; లేనియెడల నవి యున్నవి యున్నట్టుగానే యుండును. ఇందును గురించి శోధనచేసిన న్యూటన్ గతిని (Motion) గురించిన మొదటి సిద్ధాంతము (Law) నిట్లు చెప్పుచున్నాడు:—

బహిఃప్రేరణ లేని యెడల పదార్థ మెప్పుడును ఉన్న స్థితిలోనే యుండును. అనగా, నిశ్చలావస్థలో నున్న యెడల అట్లేయుండును. చలనావస్థలో నున్నయెడల అట్లేయుండును.

అనగా, ఒక బంతి యొకచో నిలిచియున్న దాని నెవరైన కదిలించువరకది యట్లె యుండును; దాని నొకసారి కదిలించి దొర్లజేసిన నది మరల నేశక్తిచేతనైన అడ్డగింపబడువరకు దొర్లుచునే యుండును. ఈ వాక్యముయొక్క మొదటి భాగము స్పష్టమేగాని రెండవ భాగమంతగా స్పష్టము కాకపోవచ్చును. ఒకసారి కదిలించిన బంతి యెప్పుడు కదలుచునే యుండుట లేదు. కొంతసేపునకు ఆగిపోవును అని చదువరు లనవచ్చును. నిజమే కాని అందువలన మాసిద్ధాంతము అసత్యము కానేరదు. కదిలించినబంతిని కొన్ని శక్తులు అడ్డగించుచున్నందున అది ఆగిపోవును; లేనియెడల అది యెప్పుడు కదలుచునే యుండును. ఇట్లు అడ్డగించువానిలో గాలి యొకటి. గాలి లేని స్థలములో బంతి యెక్కుడుకాలము కదలుచుండును. భూమియొక్క ఘర్షణ (Friction) గరుకుతనము బంతి నడ్డగించెడి రెండవశక్తి. గరుకు నేలకంటె నున్నని నేలమీద బంతి యెక్కుడు కాలమువరకు దొర్లుచుండును. భూమియొక్క యాకర్షణశక్తి బంతినాపెడి మూడవశక్తి. ఈకారణములచే బంతి కొంతకాలమున కాగును. లేనియెడల ఒకసారి బయలుదేరినబంతి యెప్పటికిని పోవుచునే యుండును.

పదార్థముయొక్క జడత్వమునకు మరికొన్ని సాధారణమైన యుదాహరణములు:—

మనము బండిలో గూర్చుండియున్నప్పుడు, బండి ముందుకు కదలిన మనము వెనుకకు పడుదుము; ఏలయనగా, బండి ముందుకు కదలినను మనలోని జడశక్తి మనలను వెనుకనే యుంచును. మన క్రిందిభాగము బండితో కదలియుండుటచే దానితో కదలి, పైభాగము కదలకుండుటచే వెనుకకు పడుదుము. ఆకారణముచేతనే మనము నడచునప్పుడు కాలికి రాయి తగిలిన ముందుకు పడుదుము; మనశరీరమంతయు చలనములో నున్నప్పుడు, కాలికి రాయి తగిలి యాభాగము ఆగిపోయినను, తక్కిన భాగములు వెనుకటిస్థితిలోనే యుండుటచే, అనగా చలనము కలిగి యుండుటచే, ముందుకు పడుదుము.

గుర్రపుసవారి చేయునపుడు, అజాగ్రత్తగా నుండి గుర్రమును విడిచిన, వెనుకకు పడుదుము; గుర్రము పరుగిడుచు అఠాత్తుగా ఆగిన, ముందుకు పడుదుము; అట్లే రైలు ఆగినప్పుడు గూడ ముందుకు పడుటయు అఠాత్తుగా కదలినప్పుడు వెనుకకు పడుటయు తటస్థించును. దీనికంతకు కారణము స్వభావసిద్ధమైన జడిమయే.

మూడవ అధ్యాయము.

కొలత.

భౌతికశాస్త్రసంబంధమైన ప్రయోగములు చేసి పదార్థముల ధర్మములను కనుగొనవలయునన్న మనము కాలస్థల పదార్థముల కొలతలను గూర్చి కొంత యెరిగి యుండవలయును. ధ్వని ఒక సెకన్డు (second) కు ఎంత దూరము పోవునని శోధించునపుడు మనము కాలపరిమాణమైన 'సెకన్డు' యొక్క స్వరూపమును, స్థలమానమైన మైలు మొదలయినవానిని చక్కగ నెరిగి యుండవలయును గదా. కావున ఆకొలతలను గురించి యిచ్చట కొద్దిగా వివరించెదము. మేము ఈ కొలతలను గురించి వ్రాయు సంగతులు సాధారణముగా జనసామాన్యమునకు తెలిసినవే యైనను బాలుర బోధార్థమై సంగ్రహముగా వ్రాయుచున్నాము.

(అ) పొడవుకొలత.

పైని చెప్పిన దానినిపట్టి చూడగా ప్రతివస్తువును కొంతస్థల మాక్రమించు ననియు, ఆస్థల మాక్రమించుటలో అది కొంత పొడవును వెడల్పును గలిగి భూమిమీద కొంత యాక్రమణ చేయుటయే గాక, కొంత దళసరిగూడ గలిగి భూమిపైనగూడ కొంతస్థలమాక్రమించుననియు తెలిసికొనవలయు; ఏవస్తువు ఎంతస్థల మాక్రమించునో తెలిసికొనుటకు,

దానికి తగినకొల్త కావలెను. ఏ వస్తువు నైనను కొలవవలె ననిన నొక 'మానము' (standard) కావలెను. నావద్ద వేయి రూపాయ లున్నవని చెప్పినయెడల, 1 రూపాయ మానముగా తీసికొన బడినదనియు, నట్టివి నావద్ద వేయి యున్నవనియు గ్రహింపబడును. అలాగుననే ఒకయూరి నుండి మరియొక యూరికి 20 మైళ్లు దూర మున్న దనిన, 1 మైలు కొల్తకు మానముగా తీసికొనబడి, యట్టివి 20 ఆ దూరమున నున్నవని తెలియును. దీనినిబట్టి 'మాన' మన నేమియో, దాని యుపయోగ మేమియో, దెలియు చున్నది.

పొడుగు, వెడల్పు, దళసరి యీమూడును మూడు పొడవులవలె నెన్నదగును. ఈ మూటిని కొలుచుటకు, పొడవు కొలుచుటకు కావలసిన సాధనమే కావలయును.

పొడవును కొలుచుటకు మనకొక మాన మావశ్యకము. సాధారణముగా మనదేశమున ఎక్కువ దూరమును కొలుచుటకు మైళ్లును, తక్కువ దూరమును కొలుచుటకు గజములు, అడుగులు, అంగుళములును. 'మానము'లుగా వాడబడు చున్నవి. వీనికిగల సంబంధము.

12 అంగుళములు = 1 అడుగు.
3 అడుగులు = 1 గజము.
1760 గజములు = 1 మైలు.

ఒక అంగుళముకంటె తక్కువదూరము కొలుచుటకు అంగుళములో భాగములు కావలయును; అర, పాతిక, పరక, అంగుళములు వాడుకలో నున్నవి.

ఇప్పుడు అంగుళములను మైళ్లలోనికి గాని, మైళ్లను అంగుళములలోనికి గాని మార్చుటకు, ఆ సంఖ్యను, క్రమముగ 12, 3, 1760 చేత తగ్గించుట (భాగించుట) గాని, హెచ్చించుట గాని చేయవలెను. ఈ సంఖ్యలచేత హెచ్చించుట గాని తగ్గించుట గాని సులభ సాధ్యముగాక,

కాలవ్యయమును కలుగుటచే 'ఫ్రాన్సు' మొదలైన దేశములలో మరియొక 'మానము' వాడబడుచున్నది. దానికి 'మీటర్ మానము' (Metric system) అని పేరు.

10 చేత ఏసంఖ్యనైన హెచ్చించుటగాని తగ్గించుటగాని మిక్కిలి సులభ మగుటచే ఈ మానమునందు ప్రతిమానమునకు 10 చే సంబంధము గలుపబడును. అనగా నొకదానికిని మరియొకదానికిని 10 రెట్లుగాని 10 వ వంతుగాని సంబంధ ముండును.

ఈ మానమునందు తీసికొనబడిన చిన్నకొల్త 'మీటరు'. ఇది అంగుళములలో కొలిచిన 39 అంగుళములమీద రమారమి మూడవ వంతు ఉండును.

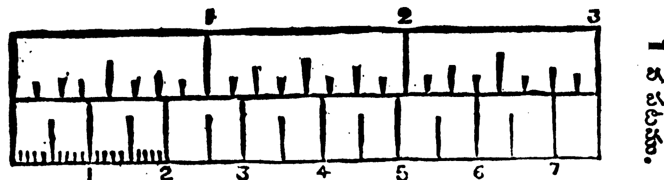
1 మీటరు = 10 దశాంశమీటరులు = 100 శతాంశమీటరులు= 1000 సహస్రాంశ మీటరులు గాను విభజింపబడి ఒకదానిలో నొకటి పదియవ వంతుగాను, అన్నిటిలో చిన్నదైన 'సహస్రాంశ మీటరు' మీటరులో వేయవ వంతుగాను ఉన్నవి.

ఇట్టిమానము గణితమునందు మిక్కిలి సులభముగా నుండును. ఎట్లన:

ఉదా:—4 మీటరులకు ఎన్ని శతాంశమీటరు లనిన, నూరుచే గుణించి 400 అని వెంటనే నోటిలెక్కగా చెప్పవచ్చును. 4600 సహస్రాంశ మీటరులు ఎన్ని మీటరులు ఎన్ని శతాంశ మీటరు లనిన, వేయిచే భాగించి 4 మీటరులు, 10 చేభాగించి 60 శతాంశమీటరులు అని చెప్పవచ్చును.

మీటరుకంటె హెక్కువ పొడవు కొలుచుటకు, 10 మీటరు 1 దశమీటరు; 10 దశమీటరులు ఒక శతమీటరు; 10 శతమీటరులు= 1 సహస్రమీటరుగాను భావించుకొనవచ్చును.

అంగుళములు.



సహస్రాంశ మీటరులు. శతాంశమీటరులు.

1 అంగుళము = $2\frac{1}{2}$ శతాంశ మీటరులు.

5 మైళ్లు = 8 సహస్రమీటరులు.

ఈ పైని కొలతబద్దయొక్క పట మీయబడినది. అందొక వైపు అంగుళములును అందలిభాగములును చూపబడినవి. మరియొక వైపు 'మీటర్ మానము' లోని 'శతాంశ మీటరులు' (centimetre) చూపబడినవి.

(ఆ) ప్రదేశముయొక్క చతురపు కొలత.

ఇంతవరకు మనము 'పొడవు'ను కొలుచుట తెలిసికొంటిమి. అడుగు బద్దలు, గజము బద్దలు, లేక అడుగులు అంగుళములుగా విభజింపబడిన 'టేపు', వీనివలన నట్టి పొడవును కొలవగలము.

ఇప్పుడు ఒకగదిలో చాపగాని తివాసిగాని వేయింపవలెననిన, లేక ఒక ప్రదేశముగాని పొలముగాని కొనవలెననిన, దానిని కొలుచుటయందు నొక్క పొడవు మాత్రము కొలచిన సరిపడదు. దాని చతురమును కనుగొనుటకు రెండుకొలతలు కావలయును. 2 వ పటములో చూపినట్లు 'అ, ఇ, ఈ, ఆ' అను నొకపొల ముండిన దాని చతురమును కనుగొనుటకు అ ఆ, అ ఇ అను రెండుప్రక్కలను కొలువవలయును.

చతురమును కొలుచుటయందును మన కొక 'మానము' కావలయును. అట్టి మానము 1 అంగుళము పొడవు 1 అంగుళము వెడల్పు గలిగి, 1 చతురపు అంగుళ మని చెప్పబడును. 2 వ పటములో ఇట్టి చతురపు

అంగుళములు తొమ్మిది కలవు. ఈవిధముననే, 1 చతురపు అడుగుగాని, 1 చరతుపు గజముగాని మానముగా తీసికొని మనము కొలత వేయవచ్చును. 1 చతురపు అంగుళము మానముగా తీసికొని, 3 అంగుళములు పొడుగు 3 అంగుళములు వెడల్పు గల ప్రదేశమునందు, 9 చతురపు అంగుళముల ప్రదేశ మున్నట్లు 2వ పటములో చూచుచున్నాము. అనగా నట్టి ప్రదేశముయొక్క చతురము, దాని పొడవును వెడల్పుచే హెచ్చించిన వచ్చును. ఆట్లెందుకు హెచ్చింపవలయునో పైని చెప్పినదానిని బట్టి తేటపడుచున్నది.

అ ఆ

1	2	3
4	5	6
7	8	9

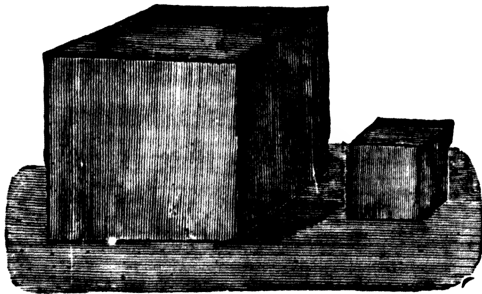
ఇ ఈ

2వ పటము.

1 చతురపు అంగుళము = 1 చ. అం.
1 ,, అడుగు = 1 చ. అ.
1 ,, గజము = 1 చ. గ.
} అను సంకేతములచే వాడనగు.

(ఇ) పదార్థములాక్రమించు స్థలమును కొలుచుట.

ఒక గోడను కట్టవలెననిన, దాని పొడవును దాని వెడల్పును నిర్ణయించిన సరిపడదు; అది యెంత యెత్తు ఉండవలెనో కూడ తెలియవలెను. దీనినిబట్టి చూడ గోడ కొంత పొడవును వెడల్పును మాత్రము గాక కొంతయెత్తును గూడ గలిగియున్నదని తెలియుచున్నది. అట్టి గోడ ఆక్రమించు 'స్థలము'ను తెలిసికొనుటకు పొడవు, వెడల్పు, ఎత్తు తెలియవలెను. పొడవు వెడల్పు మాత్రము గలదానిని కొలుచుటకు చ. అం, చ. గ. అను మానములు పనికివచ్చును. కాని, గోడవలె మూడు కొలతలు (అనగా పొడవు, వెడల్పు, ఎత్తు) గలవానిని కొలుచుటకు చ. అంగుళముల సహాయము చాలదు. కనుక నిట్టివానిని కొలుచుటకు వేరు మానము కావలయును. ఇట్టిదానిని 'ఘనమానము' (Cubical measure) అందురు.

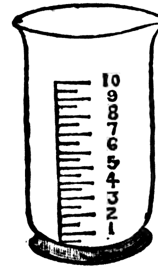


3 వ పటము.

1 అ. పొడుగు, 1 అ. వెడల్పు, 1 అ. ఎత్తు గలదానికి 1 ఘన అడుగు అని పేరు. ఈ విధముననే 1 ఘన అంగుళమును 1 ఘన గజమును మానములుగా తీసికొనవచ్చును. పైని చూపబడిన 3 వ పటములోని పెద్ద పెట్టె ఒక ఘనాంగుళముయొక్క ప్రతిమ. చిన్న పెట్టె ఘన శతాంశ మీటరు (Cubic Centimetre) యొక్క ప్రతిమ.

1 ఘన అడుగు = $12 \times 12 \times 12$ ఘన అంగుళములు.
1 ఘన గజము = $3 \times 3 \times 3$ ఘన అడుగులు.

దీనివలన ద్రవపదార్థములు ఆక్రమించు స్థలముకూడ కొలువవచ్చును. 1 ఘ. అ. పరిమాణముగల యొక గిన్నె యుండిన దానియందు 1ఘ అ. పరిమాణముగల నీరు పట్టును అనుట స్పష్టము. అనగా, దానిలో నీరు పోసిన 1 ఘ. అ. ఉండును. ఇప్పుడు మనవద్ద ఒక పెద్ద గాజు గిన్నె యుండి దానిపై ప్రతి ఘనఅంగుళము నీరు పట్టునంత స్థలమునకు నొక గీత గీయబడి యుండిన, మనము ఏ ద్రవపదార్థముయొక్క పరిమాణము నైనను సులభముగా తెలిసికొనవచ్చును. ఆనీటిని దానిలో పోసి, అది యెన్ని గీతలవరకు వచ్చిననన్ని ఘ. అంగుళము లని చెప్పవచ్చును. ఇట్టి గిన్నెలు గాజుతో జేయబడి బజారులో అమ్మబడును.



4 వ పటము.

ఇట్టిగిన్నెల సహాయమువలన, పొడుగు, వెడల్పు, ఎత్తు, వీనిని అడుగుబద్దతో కొలుచుటకు వీలులేని పదార్థముల పరిమాణమును తెలిసికొనవచ్చును. సమానమైన ప్రక్కలు కోణములు లేని రాయియొక్క పరిమాణమును మనము తెలిసికొనవలెననిన, దానిని ఒక గిన్నె నిండ నీరు పోసి, అందు జాగ్రతగా జారవిడిచిన కొంత నీరు పైకి పడిపోవును. ఆరాయి నీటిలో మునుగుటచే, దానికి సమానమైన పరిమాణము గల నీరు పైకి వచ్చును. ఆనీరు మరియొక గిన్నెలో జాగ్రతగా పట్టి దానిని కొలత గిన్నెలో పోసిన కొంతవరకు వచ్చును. ఆనీరు ఎన్నిగీతలవరకు వచ్చిన అన్ని ఘన అంగుళము లని తెలియును.

కాబట్టి దీనివలన మనము నేర్చుకొనున దేమనగా:—

(1) సమానమైన ప్రక్కలును కోణములును గల వస్తువుయొక్క పరిమాణమును, దాని పొడవును, వెడల్పును, ఎత్తును ఒకదానిచే నొకటి హెచ్చించిన తెలిసికొందుము.

(2) ద్రవపదార్థముల పరిమాణము, అట్టి కొలతగిన్నెల వలన తెలియును.

(3) సమానమైన ప్రక్కలు లేని వస్తువుల పరిమాణము కూడ ఇట్టి గిన్నెల సహాయమువలన తెలిసికొనవచ్చును.

సాధారణముగా నితరదేశములందు నుపయోగించు పరిమాణముయొక్క కొలత ఘనఅంగుళములవలన గాదు. 'శతాంశమీటరు' నుగూర్చి యిదివరకె చెప్పబడినది. 1 శతాంశమీటరు పొడవును, అంతే వెడల్పును, అంతే ఎత్తును గలిగినదాని పరిమాణము 1 ఘన శతాంశ మీటరు అనబడును. 1ఘన శతాంశమీటరు పరిమాణముగల నీటియొక్క బరువు 1 'గ్రాము' అనబడును. ఈ కొల్తలయొక్క యుపయోగము ఈశాస్త్రమును అభ్యసించిన కొలదిని చదువరులకు తెలియగలదు.

(ఈ) కాలపరిమాణము; దానికొలత.

ఉదయమున సూర్యు డుదయించుటయు సాయంత్రము అస్తమించుటయు, మరల ఉదయము వచ్చువరకు సూర్యుడు తిరిగి ఉదయించుటయు మనకు తెలిసిన విషయమే. ఇట్లు సూర్యదర్శనము కొంతకాలమునకు అగుటకు కారణముగూడ మనకు తెలిసినదే. భూమి తనచుట్టు తాను తిరుగుచు, సూర్యునిచుట్టు తిరుగుచున్నది. ఇట్లు ఒకసారి తనచుట్టు తాను తిరుగుటవలన దివారాత్రములు కలుగుచున్నవి. భూమి గుండ్రని దగుటచే, తిరుగుటలో సగముభాగము మాత్రము సూర్యునివైపు తిరిగి యుండును. మిగిలినభాగము సూర్యునివైపున నుండకపోవుటచే సూర్యకిరణములు వెళ్లుటకు వీలు లేదు. అట్టి స్థితి రాత్రి యనబడును. సూర్యునివైపున్న భాగము సూర్యకాంతి కల దగుటచే పగ లనబడును. ఇట్టి రాత్రియు పగలును కలిసి రెండు సూర్యోదయముల మధ్యకాల మగుచున్నది. అది ఒకదిన మనబడును.

భూమి సూర్యునిచుట్టు తిరిగి తాను బయలుదేరిన ప్రదేశమునకు తిరిగి వచ్చుటకు కొన్ని దినములు పట్టును. ఇంతలోపల అది 365 సార్లు తనచుట్టు తాను తిరుగును; అనగా 365 దినములు గడచును. అట్టి 365 దినముల కాలము 1 సంవత్సర మనబడును. దినమునందలి భాగములు సరిగా తెలిసికొనుటకు తగిన సాధనములు మనకు కావలెను. అట్టిసాధనములు కొన్ని గలవు:—

(1) ఒక గిన్నెకు క్రింది భాగమున చిన్నరంధ్రము నుండును. ఆ గిన్నెను నీటిలో పడవైచిన, అది మునుగుటకు సరిగా దినములో 24 వ వంతు పట్టును.

(2) ఇట్టిదే మరియొకటి గలదు. అది యిసుకగిన్నె. ఒకగిన్నెలో సన్నని యిసుక పోయబడును; ఆయిసుక చిన్నరంధ్రము గుండ నెమ్మదిగా పడుచు 1గంటలో అంతయు పడిపోవును.

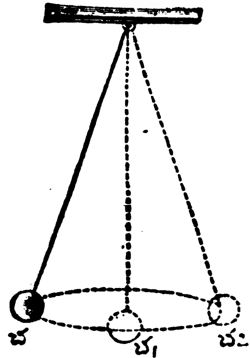
ఇట్టి సాధనముల నుపయోగించుటకు ఎల్లప్పుడు మనుష్యులు కనిపెట్టి చూచుచుండవలెను. నీటిగిన్నె మునుగగానె తిరిగి నీరు పారపోసి సరిగా పెట్టవలెను. ఇసుకయంతయు పడిపోయిన వెంటనే తిరిగి యిసుక పోయవలెను.

ఇప్పుడు ఇట్టివి పోయి, నాగరికతాభివృద్ధివలన గడియారము లను మిక్కిలి సున్నితమైన సాధనములు కనుగొనబడినవి.

గడియారములవలన కాలపరిమాణము తెలిసికొనుట.

ఒక చిన్న ప్రయోగము వలన వీని యుపయోగము గ్రహింపవలెను. ఒక యినుపగుండునుగాని, రాయినిగాని, సన్నని దారముచివర కట్టి రెండవచివర నొక చీలకు కట్టి గుండు వ్రేలాడునట్లు చేయుము.

(5వ పటము చూడుము.) ఇప్పుడు ఈ గుండును కొంచెము కదలించి విడిచిపెట్టిన నది ఉయ్యాలవలె ఇటు అటు ఊగును. ఇట్టి సాధన విశేషము 'లోలకము' (Pendulam) అనబడును.



5 వ పటము.

లోలకముతో నీక్రింది ప్రయోగములు చేయుము.

(1) కొంత పొడవు గల లోలకమును తీసికొని దానిని కొంతవరకు లాగి విడిచిపెట్టుము. అది రెండవ వైపుకు పోయి తిరిగి నీ వైపునకు వచ్చువరకు పట్టుకాలమును జాగ్రతగా పరిశీలింపుము.

(2) పొడుగు అంతేయుంచి మరి కొంచెము హెచ్చుదూరము లాగి విడిచిపెట్టుము. ఇప్పుడును అది యొకమారు ఊగుటకు పట్టు కాలమును జాగ్రతగా పరిశీలింపుము.

(3) లోలకముయొక్క పొడుగును తగ్గించి పైని చేసినట్లు చేసి చూడుము.

(4) లోలకముయొక్క పొడవును ఎక్కువచేసి పైని చేసినట్లు తిరిగి చేసి దానికి పట్టు కాలమును చూడుము.

(1) (2) లయందు కాలము సరిగా నుండు నని నీవు తెలిసికొందువు. అది కొంతకాలము పట్టు నని యనుకొనుము.

(3) నందు పట్టిన కాలముతో దీనిని పోల్చుము. ఇక్కడ (3) నందు కాలము తక్కువ పట్టును.

(4) నందు కూడ చూడుము. ఇక్కడ కాలము ఎక్కువ పట్టును. దీనినిబట్టి చూడగా ఒక ఊపునకు పట్టుకాలము లోలకముయొక్క

పొడవునుబట్టి యుండును అని కొనవచ్చును. అనగా, పొడవు హెచ్చిన కాలము హెచ్చును; పొడవు ఎంత తగ్గిన కాలము అంత తక్కువగ పట్టును. ఇదియొక చిన్న సూత్రరూపమున చెప్పబడును.

లోలక సూత్రము.

లోలకముయొక్క పొడవును, దానికి ఊగుటకు కావలయు కాలమును, ఎప్పుడును అనులోమానుబంధముగా (Direct ratio) నుండును. అనగా, రెండును ఒకసారి హెచ్చుటగాని తగ్గుటగాని కలుగును; ఒకటి తగ్గిన రెండవది కూడ తగ్గును; హెచ్చిన హెచ్చును.

లోలక సహాయమువలన కాలపరిమాణము నిర్ణయించుటకు కొంత పొడవుగల లోలకము తీసికొనవలెను. సమానమైన పొడవు గల లోలకము లన్నియు నూగుటకు సమానమైనకాలము పట్టును. అట్టి కాలమును 'కాలమానము' అని తెలిసికొనవలెను; దాని పేరు "సెకన్". అది యొక చిటికె కాలము.

ఒక 'కాలమానము' లో నొక్క యూగు ఊగెడి లోలకము "గ్రీన్విచ్" (Greenwich) నక్షత్రశాలయందు గలదు. అది రమారమి 39 అంగుళములమీద నొక దశాంశము పొడవు గలిగి యూగుచుండును; అది యెన్నిసార్లు ఊగిన నన్ని కాలమానములు గడచిన వని తెలియవలయును.

అన్ని గడియారములను దానినిబట్టి దిద్దుకొనవలయును. మనము సాధారణముగా చూచు గోడగడియారములయందు ఒక లోలకము ఊగులాడుచుండును. చిన్న గడియారములయందును వాచీలయందును నట్టిది చూచుట లేదు. ఇవి యెట్లు కాలమును చూపును? లోలకమువంటి సాధనము మరియొకటి యందున్నది. అది తల వెంట్రుకవలె చుట్టుకొనియున్న ఒక ఉక్కుచుట్ట. ఇది వాచి పనిచేయుచున్నంత కాలము కదలుచు,

ఒక చిన్న చక్రమును త్రిప్పుచుండును. ఆచక్రముతో సంబంధము కలిగి 'సెకెను ముల్లు' తిరుగుచుండును.

60	సెకెనులు	= 1 మినిట్.
60	మినిట్లు	= 1 గంట.
24	గంటలు	= 1 దినము.

గంటకు నింగ్లీషులో 'అవర్' అనియు, సంస్కృతములో 'హోర' యనియు పేళ్లు. ఈరెండు పదములును ఒక శబ్దములోనుండి పుట్టినవియే. దినములు సూర్యునివలన కలుగుటచే నీదినమును 'సౌరమాన దిన' మని లేక 'సౌరదిన' మని చెప్పవచ్చును. మన పంచాంగములు వ్రాయువారు ఈ సౌరదినమునే తీసికొని వారి నక్షత్ర ముహూర్తము లను గుణింతురు.

నాల్గవ అధ్యాయము.

వేగము (Velocity).

స్థావరజంగమములకు గల ముఖ్య తారతమ్యము 'చలనము' (Motion) అనగా కదలిక. ఇచ్చట చెట్లు మొదలైనవి చలించుట లేదా యని ప్రశ్న వచ్చును. చెట్లు మొదలైనవి చలించుట యందును, జీవకోట్లు చలించుటయందును భేదము గలదు. మొదటివి ప్రదేశమును మార్చుకొను శక్తి లేక తామున్న చోటనే యుండి కదలుచుండును. జీవజంతువులు అట్లు గాక తమంతట తాము ఒక ప్రదేశము నుండి మరి యొక ప్రదేశమునకు బోగలవు. అట్టిశక్తి వానికి మాత్రము గలదు. అది 'చలనము' అనబడును.

చలనము.—ప్రదేశభేదము కలుగుట, లేక ఒక స్థలము నుండి మరియొక స్థలమునకు బోవుట చలన మనబడును.

అనేక వస్తువులు చలించుట మనము చూచుచున్నాము. ఒక బండి యొక యూరినుండి మరియొక యూరికి బోవును. ఒకమనుష్యుడు ఒక చోటునుండి మరియొక చోటికి బోవును. ఇప్పుడు ఒకడు బందరునుండి బెజవాడకు నడచి పోయి 12 ఘంటలలో నాయూరు చేరిన, అతడు గంటకు ఎంతదూరము నడచినాడో తెలిసికొనవచ్చును, ఇందుకు ఆ రెండుయూళ్లకు గల దూరము ముందు తెలియవలయును. ఆ దూరము 48 మైళ్ళు అని తెలిసిన, అతడు 12 గంటలలో 48 మైళ్ల దూరము నడువ గలడని మనము గ్రహింతుము. దీనిని బట్టి అతడు 1 గంటకు 4 మైళ్ళు నడువ గలడని గూడ తెలియును. అనగా అతని 'వేగము' గంటకు నాలుగుమైళ్ళు అని చెప్ప వచ్చును. పైని చెప్పినదానినిబట్టి 'వేగము' అనుటకు నర్థము గ్రహింప వచ్చును.

ఒక పొగబండి 200 మైళ్ల దూరము 5 గంటలలో పోయిన దని చెప్పిన, అది యెచ్చట చూచినను గంటకు 40 మైళ్ల వేగము గలిగి యున్న దని చదువరు లనుకొనగూడదు. పొగబండిమీద ప్రయాణము చేసిన ప్రతివానికిని, అది కొన్ని మకాములయొద్ద ఆగుననియు, ఆమకాములు చేర వచ్చినప్పుడు వేగము క్రమక్రమముగా తగ్గి తుదకు పూర్తిగా ఆగిపోవు ననియు, తిరిగి క్రమక్రమముగా వేగము హెచ్చి తుదకు ఎక్కువ వేగము తో పోవుననియు, తెలిసియే యున్నది. కాబట్టి అది ఒకే వేగముతో బరు గిడిన దని యాలోచింప గూడదు. మొత్తముమీద దూరమంతయు 5 గంటలలో పోవుటచే దానివేగము సగటు గంటకు 40 మైళ్ళు అని చెప్ప వచ్చును. ఇట్టి వేగము 'సగటు వేగము' అందురు.

సగటు వేగము.—'అంతరము' ను అనగా రెండు స్థలములకు గల దూరమును కాలముచే భాగించిన నిది వచ్చును.

ప్రశ్న:—300 మైళ్లు 20 గంటలలో పోయిన సగటు వేగ మెంత?

$$\text{సగటువేగము} = \frac{\text{దూరము}}{\text{కాలము}} = \frac{300}{20} = 15.$$

కాబట్టి దాని సగటువేగము గంటకు 15 మైళ్లు.

పైని చూపబడిన లెక్కలో రెండు 'మానములు', గంట, మైలు అనునవి వాడబడినవి. కాబట్టి వేగమును కనుపర్చుటయం దెప్పుడును 'కాలమానము'ను 'స్థలమానము'ను వాడబడునని తెలియునది.

ఆవేగమునే, అనగా గంటకు 15 మైళ్లు, ఇతరమానముల వలన కనుపరుపచ్చును. అడుగులు, సెకనులు (చిటికెలు) మానములుగా తీసికొనిన,

గంటకు, అనగా 60×60 సెకనులకు, అది నడిచిన దూరము $1760 \times 3 \times 15$ అడుగులు.

కాబట్టి 1 సెకనుకు $\frac{1760 \times 3 \times 15}{24 \times 60 \times 60}$ అడుగులు.

1 సెకనుకు = 22 అడుగులు.

దీనినిబట్టి సెకనుకు 22 అడుగుల వేగ మన్నను, గంటకు 15 మైళ్ల వేగ మన్నను, మనము వాడు మానముల భేదము దప్ప వేరు భేదము లేదని తెలియుచున్నది.

దీని సహాయమున గంటలు మైళ్లలోనున్న వేగమును సెకనులు అడుగులలోనికి సులభముగా మార్చవచ్చును.

ప్రశ్న:—గంటకు 45 మైళ్లు అయినయెడల సెకనుకు అడుగులెన్ని?

గంటకు 15 మైళ్లవేగము = సెకనుకు 22 అడుగులు.

కాబట్టి 45 మైళ్లవేగము = సెకనుకు $\frac{22 \times 45}{15} = 22 \times 3$

$= 66$ అడుగులు.

ఒక బండి ప్రతిగంటకు నాలుగుమైళ్లచొప్పున కొన్నిగంటలవరకు నడచుచుపోయిన సమానమైనవేగముతో పోవుచున్నదని చెప్పవచ్చును.

మొత్తముమీద గంటకు నాలుగుమైళ్లు గాన ప్రతిగంటకును 4 మైళ్లు నడచుట 'సమవేగము' (Uniform Velocity) తో బోవుట.

కొంత వేగముతో బయలుదేరి క్రమక్రమముగా వేగము హెచ్చించిన 'వర్ధమానవేగము' (Accelerated Velocity) అని చెప్పవచ్చును.

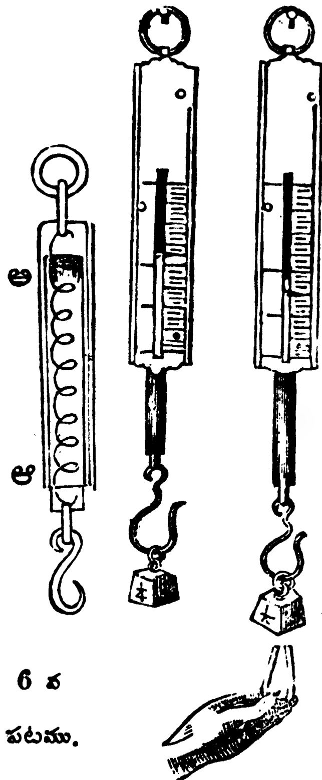
ఆవేగమును హెచ్చించుటలో సమముగా హెచ్చించిన "సమవర్ధమాన వేగము" (Uniformly accelerated Velocity) అని చెప్పవచ్చును. ఇది యొక యుదాహరణము వలన బాగుగా దెలియును. గంటకు నాలుగు మైళ్లవంతున పోవుచు, ప్రతి గంటకును 1 మైలు హెచ్చించిన, అది మొదటి గంటయందు 4 మైళ్లను, రెండవ గంటయందు 5 మైళ్లను, మూడవదానియందు 6, 4వ దానియందు 7, ఈరీతిగా బోవును. అట్టివేగము 'సమవర్ధమాన వేగము'. ఇట్లు హెచ్చుటకు మారుగా తగ్గుచు వచ్చిన 'క్షీయమానవేగము' అనియు (Retarded Velocity) అట్లు తగ్గుటలో గూడ సమముగా తగ్గిన 'సమక్షీయమానవేగము' (Uniformly retarded Velocity) అనియు చెప్పవచ్చును.

ఒకరాయిని కొంత యెత్తునుండి విడిచిపెట్టిన నది 'సమవర్ధమాన వేగము'తో భూమికి వచ్చును. దానినే పైకి కొంత వేగముతో నెగర వేసిన 'సమక్షీయమానవేగము' తో పైకి పోయి తుదకు నాగిపోయి తిరిగి 'సమవర్ధమాన వేగము' తో క్రింద పడును.

ద్రవ్యరాశి ; గరిమ (బరువు) ; గురుత్వాకర్షణము.

(MASS, WEIGHT, GRAVITATION).

పదార్థమన నేమియో యిదివరకే చెప్పబడినది. ఇట్టి ప్రతి పదార్థమును కొంత స్థల మాక్రమించును. దానికి కొంత బరువు కూడ ఉండును. ఒక యినుపగుండును తీసికొని దానిని మన చేతిలో పట్టుకొనినను క్రిందపెట్టినను ఒక యూరినుండి మరియొక యూరికి పంపినను, ఆగుండు అట్లే యుండును; అనగా నందలి పదార్థమునకు నేవిధమైన భేదమును గలుగలేదు. ఇట్టి ఇనుపగుండ్లు అనేకము లుండవచ్చును. అవన్నియు పదార్థము కాని ఒక గుండు పెద్దదిగా నుండవచ్చును; మరియొకటి చిన్నదిగా నుండవచ్చును; అవి యనేక యాకారములు గూడ కలిగి యుండవచ్చును. కాబట్టి అవన్నియు పదార్థమే యైనను, వానిలో ప్రతిదానియందుండును 'ద్రవ్యరాశి' హెచ్చు తగ్గుగా నుండును; అనగా నొకటి పెద్దదిగాను, మరి యొకటి చిన్నదిగాను ఉండును.



6 వ పటము.

కనుక ప్రతి వస్తువును కొంత ద్రవ్యరాశిని కలిగి యుండును.

ఇట్టి ద్రవ్యరాశి గల ప్రతిపదార్థమునకు కొంత 'బరువు' కలదు. ఈ బరువు అనునది ఎట్లు కలుగుచున్నదో, ఆబరువు ఎప్పుడును, ఏచోటను ఒకటిగా నుండునో లేక మార్పు జెందుచుండునో యిచ్చట తెలిసికొనవలసి యున్నది. దీని నొక చిన్న ప్రయోగమువలన సులభముగా తెలియ వగు. మనము 'తీగెత్రాసు' ల నెరిగియున్నాము. ఈతీగ త్రాసులో ఒక తీగెచుట్ట యుండును. దానికి చివర బరువుకట్టుటకు నొక కొక్కెము ఉండును. ఆకొక్కెమునకు బరువును గట్టిన దానివలన తీగ సాగును; ఈ తీగకు నొకముల్లు కట్టబడి యుండును. కొంత బరువునకు ఆముల్లు కొంతదూరము జరుగును; రెట్టింపు బరువునకు రెట్టింపు దూరము జరుగును. ఈవిధముగా కొన్ని గీతలు ఒక చిన్న రేకుమీద గీయబడి యుండును. ఆ రేకుమీద నీముల్లు కదలుచుండుటచే ఆగీతలను బట్టి క్రిందగట్టిన బరువును తెలిసికొన వచ్చును. ప్రక్కపుటలోని 6 వ పటమును చూడుము.

అట్టి త్రాసును తీసికొని దానిచివర నొక చిన్న యినుపగుండును గట్టిన, ఆ త్రాసుముల్లు కొంతక్రిందికి దిగును. ఇప్పుడు ఆయినుపగుండు క్రిందికి నొక సూదంటురాయిని తీసికొనివచ్చిన, నది మరి కొంచెము క్రిందికి దిగి ముల్లుకూడ కొంత క్రిందికి దిగును. అనగా ఆగుండుయొక్క 'బరువు' హెచ్చిన దని చెప్పగలము. ఆ గుండునందలి ద్రవ్యరాశి వెనుకను ఇప్పుడును సమానమే. అయిన దానిబరువు ఎట్లు హెచ్చినది?

దీనినిబట్టి చూడగా బరువు అనునది ఆపదార్థముయొక్క గుణము కాక, యీ పదార్థము నిజముగా ఒక శక్తివలన నాకర్షింప బడుటచే కలుగుచున్న దనియు, ఆ శక్తి హెచ్చిన దానిబరువు గూడ హెచ్చు ననియు తోచుచున్నది. ఇది మనము కొంచెము ఆలోచించిన బాగుగ తేటపడ గలదు. భూమిమీద నున్న ప్రతివస్తువును కొంత బరువు కలిగి యుండుట మన మెరుగుదుము. బరువు అనునది దానియొక్క గుణము గాక, పైనుండి వచ్చిన శక్తి. ప్రతి వస్తువును లాగు ఈ శక్తి యేది? ఎక్కడ

నుండి వచ్చును? అని మనము అడుగవచ్చును. భూమిమీద నుండు ప్రతి వస్తువును, భూమి కొంతశక్తితో నాకర్షించుచున్న దనియు, అట్టి ఆకర్షణ శక్తి భూమివలననే కలుగుచున్న దనియు చెప్పవచ్చును. భూమి ప్రతివస్తువును, పెద్దదైన ఎక్కువ శక్తితోను, చిన్నదైన తక్కువ శక్తితోను, లాగును. కనుకనే కొన్ని వస్తువులు ఎక్కువ బరువు కొన్ని తక్కువబరువు గలిగియుండును. దానినిబట్టి 'ద్రవ్యరాశి'కిని బరువునకును గల తారతమ్యము చక్కగా తేటపడుచున్నది. ఈ రెంటికిని గల సంబంధమును భేదమును బాగుగా తెలియ వగును.

గురుత్వాకర్షణము (Gravitation).

భూమి ప్రతివస్తువును ఆకర్షించుచున్న దని చెప్పబడినది. ఇట్లు ఆకర్షించుటలో తనవైపునకు ఆకర్షించుకొనును గనుకనే ప్రతివస్తువును నిరాధారముగా విడిచిపెట్టబడిన భూమిమీద బడును. ఇది మన కందరకు తెలిసిన విషయమే. మన చేతిలోనుండి నేదైన పడిన దానికొరకై భూమివైపు చూతుము గాని ఆకాశమువైపు చూడము.

భూమి ప్రతివస్తువును తనవైపునకు ఆకర్షించుకొనును; ఆ యాకర్షణము శాస్త్రజ్ఞులచే 'గురుత్వాకర్షణము' అని చెప్పబడును. ప్రతివస్తువు యొక్క బరువును 'ఆకర్షణ' మాహాత్మ్యము తప్ప దాని స్వాభావిక గుణముగాదు.

దీనివలననే 'ప్రతివస్తువును భూమిని విడువక దాని మీదనో లేక దానికి సమీపముననో ఉండును. ఇట్టి యాకర్షణయే లేనియెడల మనమందరము ఈ భూమిమీద నుండుట తటస్థింపదు. ఏ గాలిలోనో లేక మరి యెక్కడనో తేలుచుండవలసినదే.

భూమి సూర్యునిచుట్టు తిరుగుచున్న దనియు దానివలన మనకు దివారాత్రములు కలుగుచున్న వనియు చెప్పబడినది. ఇట్లు భూమి యొకటి యేగాక అంగారకాది యనేక గ్రహములును మరికొన్ని ధూమకేత్వాదు

లును సూర్యమండలముచుట్టు తిరుగుచున్నవనియు, నవి యట్లు తిరుగుటలో దారి తప్పక దేనిదారియందు అది సరిగా తిరుగుచున్నదనియు, వాని సంచారమువలన సరియైన గుణకము వేసి గ్రహణములు మొదలైనవానిని నిర్ణయించుటకు వీలగుచున్నదనియు సూర్యసిద్ధాంతము చెప్పుచున్నది. అట్లు నిర్ణయింపబడుటయు మనము చూచుచున్నాము. మన మొక ఆవును త్రాటితో కొయ్యకు గట్టిన నది ఆకొయ్యచుట్టు కొంతదూరము మాత్రము తిరుగ గలదు. ఈ విధముననే భూమియు కొయ్యకు కట్టబడిన ఆవువలె సూర్యునిచుట్టు తిరుగుచున్నది. ఇట్లు ప్రతి గ్రహమును తిరుగుచున్నది.

ఇవన్నియు అట్లు పోవుటకు కారణమేమి? వీని నొకదాని నొకటి బంధించు త్రాడేమైన నున్నదా యని చదువరులు అడుగవచ్చును. మన కంటికి గోచరమగు త్రాడేమియు లేకపోయినను 'ఆకర్షణ'యను త్రాటిచే అవి యన్నియు ఒకదాని కొకటి కట్టబడియున్నవనియు, ఇవన్నియు సూదంటురాతివద్ద నున్న యినుపముక్కలవలె స్వేచ్ఛావిహారము లేక ఆయాకర్షణ యెట్లు త్రిప్పిన నట్లు తిరుగుచున్నవనియు తెలిసికొనవలయును. ఇట్టి యాకర్షణయే లేకపోయిన నేదో గ్రహము దారి తప్పి దాని స్వేచ్ఛావిహారములో వచ్చి భూమిమీద బడిన నెందరు ప్రజలకును ఇతర జీవకోటులకును ప్రాణహాని కలుగునో మన మాలోచింప వచ్చును. ఇవన్నియు సకలగుణాకరుడైన భగవంతుని మహామహిమను వెల్లడిచేయుచున్నవి.

ఇట్లు ఈ మహాప్రపంచమునందున్న ప్రతివస్తువును, పిపీలికము మొదలు మహామేరువుపర్యంతము, ఒకదాని నొకటి యాకర్షించుచున్నది. ఇట్టి యాకర్షణను 'భౌతికగురుత్వాకర్షణ' (Gravitation) యని చెప్పుదురు.

ఇప్పుడు ఒక వస్తువును మరియొక వస్తువు ఆకర్షించుచున్నదని చెప్పబడినది. అది నిజమే యైనయెడల, దగ్గరగా నిలుచున్న యిద్దరు మనుష్యులు ఒకరినొకరు ఆకర్షించి యేల చేరరాదు అని యడుగవచ్చును. అయిన

వీరు ఏకకాలమునందు మరి యేపదార్థముచేతను ఆకర్షింపబడుట లేదా యని ప్రశ్న వేసికొనవలయును. వీరిరువురును ఆకాశమునందు అనేక వేల గోళములవలన నాకర్షింపబడుచున్నారు. అట్టి యాకర్షణలో వీరికి పరస్పరము గల యాకర్షణ శతసహస్రాంశమైనను ఉండదు. కావున నట్టిది కనుపడుటకు వీలులేదు.

ఒకదానిని మరియొకటి యాకర్షించిన ఆయాకర్షణశక్తి యెంత యుండును? దేనినిబట్టి యుండును? వస్తువులయొక్క ద్రవ్యరాశినిబట్టియు వానిమధ్య నుండు దూరమును బట్టియు నాకర్షణశక్తి యుండును. వాని ద్రవ్యరాశి యధికమైన ఆకర్షణ యధికమగును. దూరము హెచ్చిన ఆకర్షణ తగ్గును; దూరము తగ్గిన ఆకర్షణ హెచ్చును: అట్లు హెచ్చుటలోను తగ్గుటలోను, దూరముయొక్క 'విలోమవర్గము' (Inverse Square) గా హెచ్చుచు తగ్గుచు నుండును.

విలోమవర్గమన నీక్రింది యుదాహరణమువలన బోధపడగలదు:—

$ద్ర_1$; $ద్ర_2$;=రెండుపదార్థముల ద్రవ్యరాసులు.

దూ. = వానియంతరము లేక దూరము.

$$\therefore \text{ఆకర్షణ} = \frac{ద్ర_1 \times ద్ర_2}{(దూ)^2}$$

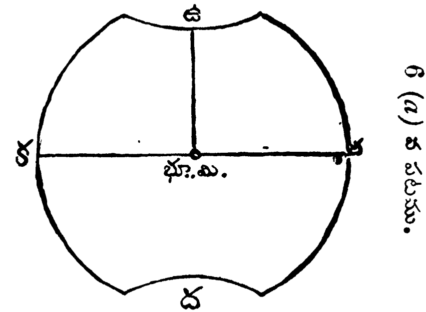
ఇప్పుడు భూమికిని సూర్యునికిని కొంత ఆకర్షణ యుండిన, వాని ద్రవ్యరాసులు 2 రెట్లును, 3 రెట్లును వృద్ధియై, వాని మధ్యనుండు దూరము 4 రెట్లు హెచ్చిన వాని యాకర్షణ యెన్నిరెట్లుండును ?

$$\text{ఆకర్షణ} = \frac{2 \times 3}{(4)^2} = \frac{2 \times 3}{16} = \frac{3}{8}$$

అనగా నిప్పుడున్నదానిలో $\frac{3}{8}$ పాలు ఉండును.

ఒకచోటిబరువు మరియొకచోట నుండదు.

పదార్థమునకు బరువుగలుగుట భూమ్యాకర్షణగుణమని యిదివరకు చెప్పియున్నారము. అట్లయిన ఆకర్షణశక్తియెక్కుడుగా నున్నప్పుడు ఒకపదార్థమెక్కుడుబరువుగను, ఆశక్తితగ్గినప్పుడు అదేపదార్థము తక్కువ బరువుగను ఉండవలెనని మనమూహింపవచ్చును. దూరము హెచ్చిన కొలది ఆకర్షణశక్తి తగ్గునని యిప్పుడే నేర్చుకొన్నాము. కావున నొక రాయిని భూమిమీదతూచి, తరువాత దానినే మేడమీదతూచి, కొండ మీదతూచి, విమానమెక్కి యెత్తుగబోయి తూచి చూచిన యెడల నిట్లు మనము భూమియొద్దనుండి దూరముపోయినకొలదిని ఆరాయిబరువు తగ్గు చుండును. ఏల తగ్గును? భూమికినది దూరదూరము పోవుచున్నందున వాని మీదపడు భూమ్యాకర్షణశక్తి తగ్గుచున్నది. భూమిమీద పౌను తూగు రాయిని ముప్పదియడుగు లెత్తుమీదతూచిన గ్రేనులో ఏబదియవవంతు($\frac{1}{50}$) బరువు తగ్గును. నాలుగు మైళ్ళ మీదికి వెళ్లి తూచిన పదునాలుగు గ్రేనులు తగ్గును. నాలుగు వేలమైళ్ళయెత్తున పౌనులో నాలవవంతు తూగును.



౧ (అ) వ పటము.

బరువు తగ్గుట హెచ్చుటను చూచుటకు నాకాశము మీదికి బోనక్కరలేదు. భూమి మీదనే పదార్థముయొక్క బరువు వేరువేరు స్థలములలో మారుచుండును. భూమి పదార్థములను భూమధ్య బిందువు నుండి యాకర్షించును. భూమి నారింజపండువలె గుండ్రముగా నున్న

దనియు, ఉత్తర దక్షిణ ధృవముల యొద్దమాత్రము గుండ్రముగా లేక వంగియున్నదనియు చదువరులు ఎరిగియున్నారు. 6 (*a*) వ పటము చూచిన యెడల భూమియొక్క యాకారము బోధపడగలదు.

ఈపటమునందు భూ. మ. అనుచుక్క భూమధ్యబిందువు. అచ్చటి నుండి భూమి పదార్థములను ఆకర్షించును. 'కచ' అనునది భూమధ్య రేఖ లేక ప్రదేశము. 'ఉ' అన్నది యుత్తరధృవము; 'ద' అన్నది దక్షిణ ధృవము. భూమధ్యబిందువునుండి 'చ' వరకు అనగా భూమధ్యరేఖమీది ప్రదేశమువరకు నుండు అంతరము భూమధ్యబిందువునుండి ఉత్తర దక్షిణ ధృవములవరకు గల యంతరముకంటె పెద్దది. కావున ధృవప్రదేశములో నెక్కుడు ఆకర్షణయు, భూమధ్య రేఖ మీది ప్రదేశములో తక్కువ యాకర్షణశక్తియు నుండును. అందుచే వస్తువులు భూమధ్య రేఖమీద తక్కువ తూగును; ధృవప్రదేశములో ఎక్కువతూగును. కావున నొకానొక పదార్థము ధృవప్రదేశములో నొక్క పౌను తూగిన నదియే భూ. మ. రేఖ మీద 36 గ్రేనులు తక్కువతూగును. అనగా భూ. మ. రేఖనుండి మన మొకపదార్థమును తీసికొని ధృవప్రదేశమువరకు బోయిన దాని బరువు క్రమముగా హెచ్చును. భూమధ్యప్రదేశములోను, ధృవప్రదేశములోను మనము సేరు శర్కర కొన్నయెడల భూమధ్యరేఖమీద మనకు నెక్కుడు శర్కరవచ్చును.

పైని వ్రాసినదంతయు చక్కగనున్నది. కాని యొకచో బరువు హెచ్చుననియు, మరియొకచో బరువు తగ్గుననియు మనము కనుగొనుట యెట్లు? భూ. మ. రేఖమీద ఒక సేరు ఇనుమును తూచి దానిని, తూచిన సేరు రాయిని తీసికొని ధృవప్రదేశమునకు బోయిన, రెండిటి బరువును హెచ్చును! ఇక ఇనుము బరువుహెచ్చినదని కనుగొనుటయెట్లు? కావున నిందుకు మనత్రాసులు, తక్కెడలు పనికిరావు. 6 వ పటములో జూపిన తీగత్రాసువలన బరువు హెచ్చుటయు తగ్గుటయు కనుగొనబడును.

గతిబలము (Kinetic Energy).

మనయొద్ద నొక యినుపగుండుండిన మనము దానిని కొన్ని కాగితములపై నెత్తిపెట్టిన, వాని నెగరకయుండునట్లు చేయును. దానిని తీసికొని యొకచిన్న పిల్లవాని చేతిలో బెట్టిన వాడు మోయలేక క్రింద జారవిడుచును; వాని చేతికి కొంత యపాయముగూడ కలుగవచ్చును; దానినే యొక చూపుటద్దముపై నుంచిన, ఆయద్దము చితికిపోవచ్చును; దానినే యిప్పుడు మనము కొంత వేగముతో దొర్లించిన, వెనుక నది స్థిరముగా నున్నప్పుడు మనము పట్టుకో గలిగినను, ఇప్పుడు పట్టుకొనుటకు కొంత వెరతుము. దీనినిబట్టి దానికి స్థిరముగా నున్నప్పటికంటె కదలుచున్నప్పుడు ఎక్కువ శక్తి గలిగినదని చెప్పవచ్చును. ఇట్లు వేగముతో బోవు ప్రతిదానికిని స్థిరముగా నున్నప్పటికంటె నెక్కువ బలము కలుగుచున్నది. ఒక కాలువను దాటవలసి వచ్చినప్పుడు మనము కొంత వెనుకకు పోయి దానివైపు పరుగెత్తి దాటుదుము. ఎందువలన? అట్లు పరుగెత్తుటలో మన శరీరము అప్పుడును ఇప్పుడును ఒకటియే యైనను వేగమువలన కొంత బలము కలుగుచున్నది. ఇట్టి బలము మన గతినిబట్టి యుండుటచే 'గతిబలము' (Kinetic Energy) అని చెప్పవచ్చును ఇది స్థిరముగా నున్నప్పటికంటె పరుగిడుచున్నప్పుడు నెక్కువగా నుండును; ఎక్కువ వేగముగా పరుగిడిన మిక్కిలి ఎక్కువగా నుండును. ఒక చిన్న వస్తువుకంటె పెద్దవస్తువునందు ఎక్కువ శక్తి యుండును. ఒక చిన్న బండి కొంత వేగముతో దొర్లుచుండిన దానిని ఆపగలము. అదే పెద్ద బండి యొకటి పరుగిడుచుండిన మనము ఆపలేము. కాబట్టి 'గతిబలము' ద్రవ్యరాశినిబట్టియు, దాని వేగమునుబట్టియు, ఉండును.

గతిబలము = గ; ద్రవ్యరాశి = ద్ర; వేగము = వే; గ = ద్ర × వే.

40 పౌనులు బరువుగల వస్తువు, గంటకు 5 మైళ్ల వేగముతో బోవుచుండిన దాని గతిబల మేమి?

(1 పౌను, 1 గంట, 1 మైలు మానములు.)

$x = 40 \times 5$

$= 200$ మానములు.

ఇచ్చట, గంట, మైలు మానములుగా దీసికొనబడినవి.

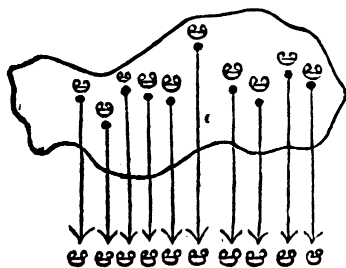
20 గ్రాములు బరువు గలిగి క్షణమునకు 20 అడుగులు నడుచు జంతువుయొక్క గతిబల మేమి?

$x = 20 \times 20 = 400$ మానములు.

గరిమ నాభి; స్థిరత్వము.

(CENTRE OF GRAVITY; EQUILIBRIUM).

పదార్థముయొక్క ప్రతియణువును ఒకదాని నొకటి యాకర్షించు ననియు, ఆ యాకర్షణను భౌతికగురుత్వాకర్షణ యందు రనియు నిదివరకు చెప్పబడినది. భూమి, దానిమీద నుండు ప్రతిపదార్థమును ఆకర్షించు ననియు, పదార్థముయొక్క బరువు భూమ్యాకర్షణముయొక్క ఫలమే యనియు గూడ చెప్పబడినది.



7 వ పటము భూమి.

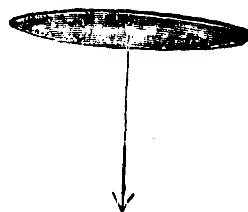
భూమి, ప్రతి పదార్థముయొక్క ప్రతియణువును ఆకర్షించిన యెడల, మన చేతిలో నున్న సుద్దముక్క యేల ముక్కలు ముక్కలుగా భూమిమీద పడదని యడుగవచ్చును. మొదటి జవాబు, మన చేతిలో నుండుటచే పడదని చెప్పుదుము. మన చేతినుండి విడిచినను, అది ముక్కగానే పడును గాని యందలి యణువులు చెదరిపోవు. దీనిని బట్టి, దాని యణువులమీద భూమికి గల యాకర్షణకంటె, వానిలో వానికి పరస్పరము గల యాకర్షణ యెక్కువగా నుండ

వలె ననియు, అందుచేతనే యదంతయు భూమిమీద పడును గాని, యందలి యణువులు చెదరిపోయి వేరువేరుగా పడ వనియు తెలియుచున్నది. అట్టి యణువులకు గల పరస్పరాకర్షణ 'సంశ్లేష' యనబడును.

కొంచెము నీటిని మనము చేతిలో పోసికొనిన, నది బిందువులుగా భూమిమీద పడును. దీనికి కారణము, నీటియందు సంశ్లేష తక్కువగా నుండుటయే.

కర్ర కొకదానికి రెండువైపుల త్రాళ్ళు గట్టి లాగిన, నది రెంటికి మధ్యగా మూడవ వైపునకు జరుగును; ఇట్లే యనేక త్రాళ్ళు గట్టి యన్ని వైపులకు నొక్కమారుగా లాగిన, నది, యవన్నియు గాక వేరొక వైపునకు జరుగును; అనగా నన్నిశక్తులును కలిసి దాని నొక వైపునకు జరుగునట్లు జేయుచున్న వని యర్థము;

అట్లే, 7వ పటమునందు జూపినట్లు ఒక వస్తువుయొక్క యణువుల నన్నిటిని భూమి యాకర్షించినను, ఆవస్తువు, ఒకవైపునకు మాత్రమే జరుగును. అనగా నదిభూమిమీద సరిగా పడును. అట్లు పడు పంక్తి 'లంబ పంక్తి' (Vertical line) యనబడును.



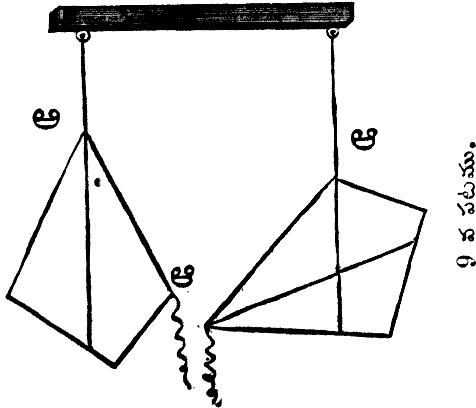
8 వ పటము

పళ్లెమునుగాని, పుస్తకమునుగాని, వ్రేలిమీద నిలువబెట్ట వచ్చును; అట్లు నిలువబెట్టునపుడు, అది ఒక స్థలమునందు మాత్రమే నిలుచును. అట్టి స్థలమునుండి వ్రేలు తీసి మఱియొకచోట వ్రేలు పెట్టి పళ్లెమును నిలుపుటకు యత్నించిన యెడల అది నిలువక పడిపోవును. అనగా, దాని యణువులమీద భూమికి గల యాకర్షణయొక్క మొత్తము, ఒక ప్రదేశమునందు నేకీభవించి కనబడును; భూమి యాప్రదేశమునుండియె యావస్తువును ఆకర్షించుచున్నట్లు కనబడును. అట్టిప్రదేశము చిన్నచుక్క; అది 'గరిమనాభి' యనబడును. 'గరిమ' యనగా బరువు. దాని 'నాభి' యనగా మధ్యభాగమని యర్థము.

గరిమనాభి:—ఇది, ఒక వస్తువుయొక్క యణువులయందు భూమికిగల యాకర్షణాంశములన్నిటియొక్క మొత్తము (Resultant) గప్పడుచోటు. ఇది ప్రతి వస్తువునకును ఉండును. అది యెప్పుడును లంబపంక్తిలోనే యుండును.

చతురమైన బల్లనుగాని గుండ్రని పళ్లెమునుగాని తీసికొని, దాని మధ్య సరిగా వ్రేలు పెట్టిన, అది వ్రేలిమీద నిలుచును. అట్లు నిలుచుటకు గారణము, ఆ వ్రేలు సరిగా దాని గరిమనాభివద్ద నుండుటయే. అది అట్టి దాని కెప్పుడును మధ్యనుండును. 8వ పటముచూడుము. సరిగా నుండక, 9వ పటమునందు చూపబడునట్లు వంకరగానున్న రేకునకు గరిమనాభి యెచ్చట నున్నదియు కనుగొనుట యెట్లు? అది సరిగా మధ్యనుండుటకు వీలులేదు.

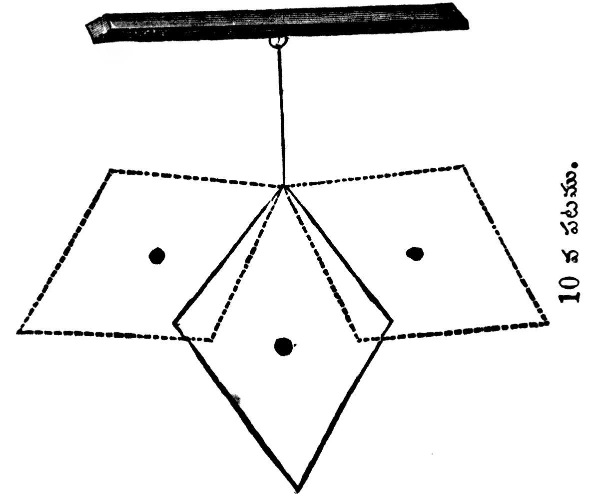
ప్రయత్నముచేసి, అది యెచ్చట సరిగా నిలుచునో కనుగొనిన, నదియే దాని గరిమనాభియై యుండును. మరియొక మార్గమునగూడ కనుగొనవచ్చును. 9 వ పటము చూడుము.



9 వ పటము.

దానిని (అ) అను నొక కొననుండి త్రాడుతో వ్రేలాడగట్టుము. అది సరిగా వ్రేలాడుటచే, ఆ వ్రేలాడు ప్రదేశము(అ)నుండి సరిగా లంబపంక్తి

వ్రాసిన దాని నాభి యాపంక్తిలో నుండవలెను. అట్లే దానిని మరొక (ఆ) కొననుండి వ్రేలాడగట్టిన, దానినాభి, యాచోటునుండి వ్రాయు లంబపంక్తిలో గూడ నుండవలెను. కాబట్టి యా రెండు పంక్తులలోను దానినాభి యుండుటచే ఆరెండును గలియుచోటు దాని (గ. న) గరిమనాభియై యొప్పును. ఇట్లు దాని నెన్నిచోట్లనుండి వ్రేలాడగట్టి లంబపంక్తులు వ్రాసినను అవన్నియు ఆచోటనే (గ. న) కలియును. కాబట్టి ప్రయోగమార్గమున గూడ నొక వస్తువుయొక్క గరిమనాభిని కనుగొనవచ్చును.


10 వ పటము.

స్థిరత్వమన నేమి ?

పై ప్రయోగములో వ్రేలాడగట్టిన రేకును కొంచెము కదలించి విడిచి పెట్టిన, నది లోలకమువలె నిటునటు కొంచెమూగులాడి తిరిగి తన మొదటిస్థలము జేరును. 10 వ పటము చూడుము. రేకు ఇటు అటు కదలి తుదకు తన పూర్వస్థితికి వచ్చినిలుచుటచే దానికి ‘స్థిరత్వము’ గలదని చెప్పవచ్చును.

అది స్థిరత్వము గలిగి యున్నప్పుడు—

(1) దాని నాభి వ్రేలాడు చోటునుండి సరిగా లంబపంక్తిలో నుండుటయు,

(2) అది సాధ్యమైనంత క్రిందుగా నుండుటయు,
మనము పైపటములో చూచెదము.

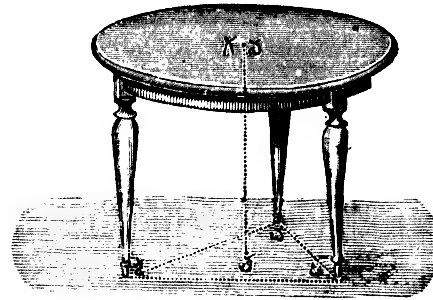
దాని నేవైపునకు కొంచెము కదిల్చినను, దాని నాభి లంబపంక్తి నుండి తొలగిపోవుటయు, మొదటి స్థలముకంటె పైకి పోవుటయు తటస్థించును. అది తిరిగి తనస్థలము చేరుటకు ప్రయత్నించును. కాబట్టి దానికి స్థిరత్వముకలదు.

కుర్చి నాలుగు కాళ్లమీద నున్నప్పుడు నిలిచియుండుటయు, రెండు కాళ్లమీద నున్నప్పుడు పడుటయు, బండియొక్క రెండు చక్రములు సమానస్థలముమీద నున్నప్పుడు అది నిలిచియుండుటయు, ఒక చక్రము మిట్ట నెక్కినప్పుడది బోరగిలబడుటయు, మనము రెండు కాళ్లమీద నిలిచియున్నప్పుడు ఇబ్బందిలేక యుండుటయు, ఒంటి కాలిమీద నున్నప్పుడు నిలువలేక యిబ్బందిపడుటయు, చూచుచున్నారము. ఇందుకు కారణమేమి?

ప్రతిపదార్థముయొక్క గరిమనాభి యొద్దనుండి లంబరేఖ తీయవలయును. అది యాపదార్థముయొక్క 'పీఠము' (Base) లోపల పడిననా పదార్థము స్థిరముగా నుండును; అట్లుపడక ఆలంబరేఖ యాపదార్థముయొక్క 'పీఠము' నకు వెలుపల పడెనా యాపదార్థము దొర్లును.

పదార్థముయొక్క 'పీఠ' మన నేమి యని చదువరు లడుగవచ్చును. ప్రతిపదార్థమునకును భూమిమీద నిలుచుట కాధారమైన ప్రదేశము పీఠ మనబడును. ఈ ప్రక్కన చూపిన ముక్కాలుపీటకు (11 వ పటము చూడుము) పీఠ మెద్ది? దానిమూడు కాళ్ల నడుమనున్న 'కచట' అన్న ప్రదేశము దాని పీఠము. మనుష్యుని రెండు కాళ్ల నడుమనున్న ప్రదేశము వాని పీఠము. కుర్చీయొక్క నాల్గు కాళ్ల నడుమనున్న ప్రదేశము దా

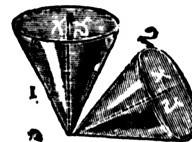
పీఠము. ఆయా పదార్థముల 'గరిమనాభి' నుండి తీయబడిన లంబరేఖ వానిపీఠములో పడినయెడల నవి స్థిరముగా నుండును. ఇందుకు ఉదాహరణముగా 11 వ పటము చూడుము. 'గ.న' అనునది దాని గరిమనాభి. అచ్చటనుండి క్రిందికి 'త' వరకు తీయబడినది 'లంబరేఖ'. అది పీఠమగు 'కచట' యను త్రికోణము లోపల పడినది. కావున బల్ల క్రిందపడక నిలిచియున్నది. దాని నేవైపునకు కొంచెము కదలించినను, దాని నాభి లంబపంక్తినుండి తొలగిపోవుటయు, మొదటి స్థలము కంటె పైకిపోవుటయు తటస్థించును. అది తిరిగి తనస్థలము చేరుటకు ప్రయత్నించును. కాబట్టి దానికి స్థిరత్వము గలదు.



11 వ పటము.

'స్థిరత్వము' (Equilibrium) అనగా, పదార్థములు తమ గరిమనాభిని స్వాధీనములో నుంచుకొని, దాని స్థలము మారకయుండునట్లు ప్రయత్నించుచు ఒక వేళ నేకారణముచేతనైన మారినను, తిరిగి మొదటి స్థలమునకు వచ్చుకొనగల శక్తి గలిగియుండుట.

ఇట్టి శక్తి యన్నివస్తువులయందు నుండదు. ఖితాయి పొట్లమును కొనమీద నిలువబెట్టిన ప్రక్కకు పడిపోవును. 12 వ పటము చూడుము.

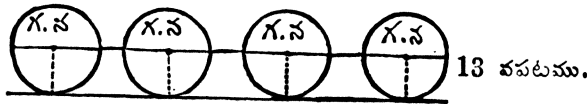


12 వ పటము.

ఇందు మొదట (1) లో దాని నాభి యుండవలసినంత క్రిందుగా లేదు. అది కొంచెము కదలినప్పుడు, పూర్తిగా భూమిమీద పడువరకును ఆగదు. భూమిమీద పడినతరువాత (2) వ స్థితిలోనున్నప్పుడు దాని నాభి యుండవలసినంత క్రిందుగా నున్నది. అంతకంటె క్రిందికి రానేరదు. ఇట్టి వస్తువులన్నియు

నస్థిరముగా నున్నవని జెప్పవచ్చును. అస్థిరమనగా, తమ స్థితిని(నిలుకడను) తాము కాపాడుకొనలేకపోవుటయే.

బంతినిగాని మరియే గుండ్రపు వస్తువునుగాని భూమిమీద దొర్లించిన, నెప్పుడును అది ఒకేవిధముగా నుండును. అది, తిరిగి మొదటి స్థితికి వచ్చుటయు లేదు; వేరు స్థితికి వచ్చుటయు లేదు. కనుక, నిది స్థిరమనియు నస్థిరమనియు గూడ జెప్పుటకు వీలులేదు. అది యీ రెండునుగాని మూడవ స్థితి.

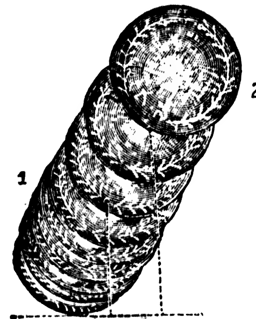


13 వపటము.

ఈ స్థితిలో దాని నాభి కేవిధమైన మార్పును గలుగుట లేదు. అది యెప్పుడును ఒకేచోట ఉన్నందున, స్థలభేదము గలుగుటలేదు. ఇది 13వ పటమువలన విశదము కాగలదు.

బండ్లు తిరుగబడుటకును, పడవలు బోల్తాగొట్టుటకును, కారణమిప్పుడు సులభముగా దెలియగలదు. ఇనుపగుండ్లను మోయుబండికంటె, ఎత్తయిన గడ్డిమోపును మోయుబండి శీఘ్రముగా తిరిగిపోవును. పైభాగమునందు బరువువైచిన పడవ తిరుగబడును. వీని కన్నిటికిని కారణము వాని నాభి యుండవలసినంత క్రిందుగా నుండక, ఆస్థితికి వచ్చుటకు ప్రయత్నించుటలో తిరుగబడిపోవును.

కొన్ని కానులను తీసికొని, ఒకదానిపైన నొకటి కొంచెము ముందుకు జరిపిపెట్టిన కొంతసేపటికి, అవన్నియు క్రింద కూలును. అది పడిపోవునని తోచినప్పుడు చూచిన, దాని నాభి సరిగా మూలమునకు పైన నుండును. 14 వ పటము చూడుము. ఇప్పుడు దానిమీద మరొక



14 వ పటము.

కాని పెట్టిన, దాని నాభి, వెనుకటిచోటు నుండి యావలకు పోవును. అప్పుడు ఆచోటు (2)నుండి లంబము వ్రాసిన, పీఠమున కావల పడును; కనుక నే యదంతయు క్రింద పడిపోవును. కాబట్టి, 'గరిమనాభి' నుండి వ్రాయబడిన లంబ మెప్పుడు వస్తువుయొక్క పీఠమున కావల పడునో, యప్పుడది భూమిమీద కూలుటకు సిద్ధముగా నున్నదని తెలియునది.

ఒక చేతిలో బరువు నెత్తుకొనిన మనుష్యుడు రెండవ వైపునకు వంగును; కొండ నెక్కునప్పుడు, ముందుకు వంగుదుము; త్రాటిమీద నడుచువాడు చేతిలో కర్రనుగాని గొడుగునుగాని పట్టుకొనును; రైలుపట్టాలవంటి సన్ననివానిమీద నడచునప్పుడు రెండు చేతులను చాచివేతుము. వీని కన్నిటికిని గారణముల నూహింపుడు.

ఆరవ అధ్యాయము.

ఇతరశక్తులు.

పై అధ్యాయమునందు 'శక్తి' అను పదము ప్రయోగింపబడినది. 'శక్తి' యననేమి? దీనిని గురించి మొదటి అధ్యాయములో కొంత చెప్పినారము. 'శక్తి' యనునది 'పదార్థమా' లేక యితరమైనదా? ఇందు కొకయుదాహరణము తీసికొందము. ఒక పెద్దరాయి యుండిన దానిని మనము కదల్చుటకు ప్రయత్నించిన కదల్చలేక పోవచ్చును. తర్వాత మనబలమంతయు ప్రయోగించిన నది కదలవచ్చును. అది రెండవ మారు ఏల కదలినది? మొదటిమారు ఏల కదల లేదు? మొదట

ప్రయోగించిన బలము దానిని కదలించునంతటిది కాదు. రెండవమారు ఎక్కువ బలము ప్రయోగించుటచే నది కదలినది. కదలుటయనగా దానిని కొక మార్పు సంభవించుట. ఇట్లె యొక సుద్దముక్కను చేతిలో నుంచుకొని గట్టిగా నొక్కిన నది చితికిపోవును. అనగా మన శక్తివలన దానికి మార్పు కలిగినది. ఇట్టి మార్పు కలిగించుటలో మన దేహమునుండి యేదైన పదార్థము అందు ప్రవేశించి యీ మార్పు కలిగించినదా యని యడుగవచ్చును. అట్టి దేమియు మన యింద్రియగోచరమైనది లేదని దృఢముగా చెప్పగలము. కాని, ఏదో మనకు కనపడనిదొకటి యందు ప్రవేశించి, దాని స్థితియందు మార్పు కలిగించెనని నమ్మవచ్చును. అట్లు ఇంద్రియగోచరముగాక పదార్థమునందు మార్పుకలిగించునది 'శక్తి' యని చెప్పబడును. ఒక యినుపమేకును చేతితో విరుచుటకు మనము ఎంత ప్రయత్నించినను విరవలేక పోవుదుము. ఇచ్చట 'శక్తి' ప్రయోగింపబడినది. కాని, యది చాలకపోవుటచే చేయదలచినపని కాలేదు. దీనినిబట్టి శక్తి కొన్నికొన్ని సమయములయందు నిరర్థకమై దాని ప్రయోజనము కనబడక పోవచ్చును. అనగా నది పదార్థమునందు మార్పు కలిగింపలేక పోవచ్చును. అయినను మనము శక్తిప్రయోగింపలేదని యనుకొనగూడదు.

శక్తి.—పదార్థమునందు మార్పు కలిగించునది గాని, కలిగించుటకు ప్రయత్నము చేయునది గాని, శక్తి యనబడును.

దీనికి పదార్థమును విడిచి యాధారములేదు. దీపమును దానినుండి వచ్చు కాంతియు నొకటి కాకపోయినను, ఒకటి లేనిచోట రెండవది యుండ లేనట్లు, 'పదార్థమునకును శక్తికిని' వీడని సంబంధ మున్నది. శక్తి యెల్లప్పుడును పదార్థమును అనుసరించియే యుండును.

ఇదివరకు సృష్టిలోని యొకశక్తియగు గురుత్వాకర్షణమును గురించి వ్రాయబడినది. అదిగాక ప్రపంచములో శక్తులనేకములు కలవు. అట్టి వానిలో ముఖ్యమైనవానిని ఇచ్చట వర్ణించెదము.

1. అణ్వాకర్షణ లేక సంశ్లేష (Cohesion)

ఒక యినుపముక్కను ఒక సుద్దముక్కను తీసికొని రెంటిని విరుచుటకు ప్రయత్నించిన, సుద్దనుమాత్రము విరువగలుగుదుము. ఈ రెంటిని రోటిలో వేసి దంచిన, సుద్ద మిక్కిలి సన్నని పొడియగును; ఇనుము అట్లే యుండును. ఇట్లే మనము చూచు పదార్థము లన్నియు కొన్ని మిక్కిలి గట్టివిగను, కొన్ని అంతకంటె తక్కువ గట్టివిగను, మరికొన్ని యంతకంటె తక్కువ గట్టివిగను ఉండును. ఇట్టి గుణము వీని కెట్లు వచ్చినది యనిన, ఇనుమునందు, దానియొక్క యణువులను గట్టిగా నొకదానినొకటి విడువక యుండునట్లు చేయు శక్తి యొకటి యున్నదనియు, ఆశక్తి అన్నిటియందును సమానముగా నుండక పోవుటచే కొన్ని యెక్కువ గట్టిగాను కొన్ని తక్కువగట్టిగాను ఉన్నవనియు, తెలిసికొనవచ్చును. అట్టి శక్తి "సంశ్లేష" యనబడును.

సంశ్లేష.—ఒక వస్తువుయొక్క అణువులను గట్టిగా నొక దానినొకటి చేరియుండునట్లు చేయు శక్తి. ఈశక్తి అన్నిటియందును సమానముగా నుండదు. కనుకనే కొన్ని సులభముగా పొడియైపోవును. ఉదా. పంచదార; సుద్ద; బియ్యము, మొ॥

ఈశక్తి ఘనపదార్థములయందు, ద్రవ వాయు పదార్థములయందు కంటె నెక్కువగా నుండును. ద్రవపదార్థమునందు మనము చేయిపెట్టిన నది మనచేతికి సందిచ్చి ప్రక్కకు తొలగిపోవును. 'సంశ్లేష' యిందు లేదా యని యడుగవచ్చును. కొంతనీటిని తీసికొని దానిని మనము చిన్న చిన్న బిందువులుగా చేయవచ్చును. అట్టి శక్తి లేనియెడల నది యిట్టి బిందురూపమును దాల్చుట గలుగదు. ఆ బిందువుల నన్నిటిని ఒకచో చేర్చిన నవన్నియు తిరిగి చేరికొనును. దీనిని బట్టి యీశక్తి ద్రవపదార్థములయందుగూడ గలదని తెలియుచున్నది. వాయుపదార్థముల యందు మిక్కిలి తక్కువగా నుండును.

2. ఆశ్లేష (Adhesion).

మన వ్రేలు నీటిలోగాని, కొబ్బరి నూనె, ఆముదము మొదలైన పదార్థములలోగాని ముంచిన నవి మన వ్రేలికి అంటుకొనును. సుద్దతో బల్లమీద వ్రాసిన, దానిమీద తెల్లనిగీత పడును. అట్లే పెనసలుతోగాని సిరాతోగాని కాగితముమీద వ్రాయవచ్చును. మన వ్రేలు పాదరసములో ముంచిన నది మన వ్రేలికి యంటుకొనదు. గాజువస్తువులకు కూడ నది అంటుకొనదు. ఒక నూలుదారమును పట్టుదారమును తీసికొని రంగు నీటిలో ముంచిన యారంగు నూలుదారమునకు త్వరగా అంటుకొనును. పట్టుకు అంత త్వరగా అంటుకొనదు. రెండు కాగితములను లక్కతోగాని జిగురుతోగాని అంటింప గలము; రెండు కఱ్ఱలను 'సరేసు' తో అంటింప వచ్చును. దీనిని బట్టి కొన్ని వస్తువులకు ఒకదాని కొకటి యంటుకొను శక్తి యున్నదని తెలియుచున్నది. అట్టిశక్తి 'ఆశ్లేష' యనబడును.

ఆశ్లేష.—రెండు వస్తువులను ఒకదాని కొకటి యంటుకొనునట్లు చేయుశక్తి.

3. ఘర్షణ (Friction)

ఒక బంతిని మనము భూమిపై దొర్లించిన కొంత సేపటికి అది ఆగిపోవును. దానినే గచ్చునేలపై అంతే వేగముతో వేసిన ఎక్కువ దూరము పోయిగాని నిలువదు. ఇసుక నేలపై మనము జారి పడిపోవచ్చును. బంతి నేలపై దొర్లినప్పుడు త్వరగా ఏల యాగవలెను? గచ్చుపై అంత త్వరగా ఏల యాగలేదు? నేలపై పోవునపుడు నేల నున్నగా నుండక పోవుటచే నాబంతికి ఎక్కువ ఒరయిక గలిగి త్వరగా ఆగిపోవును. గచ్చుమీద అంత ఒరయిక (రాపిడి) లేదు గనుక దూరము పోగలదు. కాబట్టి ప్రతి వస్తువునందు, దానితో సంబంధము గలిగిన యితర వస్తువులకు ఒక విధమైన ఒరయిక (రాపిడి) కలిగించి వాని వేగమును క్రమక్రమముగా

తక్కువచేయుశక్తి గలదని తెలియుచున్నది. ఈ శక్తి కొన్నిటియందు తక్కువగా, కొన్నిటియందు ఎక్కువగా నుండును. ఈ శక్తి 'ఘర్షణము' అనబడును.

ఘర్షణము.—ఒక వస్తువు తనకు సంబంధము కలిగిన మరియొక వస్తువుయొక్క గమనమునకు గలిగించు నాటంకము.

ఘర్షణము —ఎక్కువగరుకు వస్తువులుగాని, అట్టి వానిమీదగాని, ఒక ప్రదేశమునుండి మరియొక ప్రదేశమునకు బోవుట కష్టసాధ్య మగును. కనుకనే బండ్లు సులభముగా నడచుటకు చక్రములు అమర్ప బడును. ఒక పెద్ద వస్తువును ఒకచోటునుండి మరియొకచోటికి తీసికొనిపోవుటకు, దానిని లాగికొని పోవుట కంటె, దాని క్రింద చక్రములు పెట్టి లాగికొని పోవుట మిక్కిలి సులభము.

ఏడవఅధ్యాయము.

యంత్రములు.

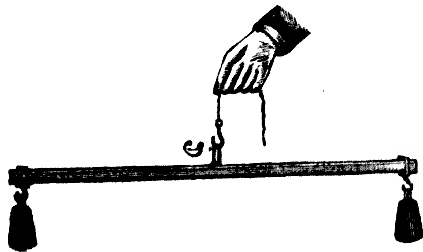
మనము ఏమైన పని చేయవలె ననిన, ఆపనిని మన చేతులతో చేయుటకంటె, కొన్ని యంత్రములసాహాయ్యమువలన మిక్కిలి సులభముగా జేయగలము. ఇది యొక యుదాహరణమున బాగుగా తెలియగలదు. రెండు బిందెలనిండ నీరుండి వానిని ఒకచోటునుండి మరియొకచోటికి తీసికొని పోవలెననిన, వానిని చేతులతో మోసి రెంటిని రెండుసార్లు తీసికొని పోవుటకంటె, ఒక కావడిబద్దతెచ్చి, దానికి రెండువైపుల రెండు బిందెలనుకట్టి, బద్దనడిమిభాగము భుజముమీదపెట్టుకొని, సులభముగా రెంటిని ఒకేసారి మోసికొని పోవచ్చును. పెద్దరాతినిగాని దూలమునుగాని, అది యున్న చోటునుండి జరుపవలె ననిన, మన చేతులతో చేయుట కష్టము. ఒక గునపమునుదెచ్చి దాని ఒకకొనను దూలముక్రిందబెట్టి రెండవకొనను

మనచేతితో నెత్తిన మూలము సులభముగా కదలును. ఇచ్చట గునపము యొక్క రెండు చివరలును కదలుచున్నను, దాని మధ్య దూలమును తాను చోటు స్థిరముగా నున్నది. ఇట్లే కావడిలోను మధ్యభాగము కదలక రెండు చివరలును కదలుచున్నవి. ఇట్లే పొలములో పెల్ల తీయునపుడు, గునపమును పాతి రెండవకొన పట్టుకొని క్రిందికి లాగుదుము. అప్పుడు రెండవ కొనతో పెద్ద పెల్ల భూమినుండి లేచును. ఈ విధముగా ఒక దండము ఒకచోట స్థిరముగా నుంపబడి, ఆ స్థిరమైన ప్రదేశము చుట్టును తక్కినభాగములు తిరుగుచుండిన "తులాదండము" (Lever) అనబడును.

బలమైన దండమొకటి ఒక ప్రదేశమున స్థిరముగానుండి ఆ ప్రదేశముచుట్టును తిరుగుచుండిన నది 'తులాదండ' మనబడును.

ప్రతి తులాదండమునకును ఒక స్థిరమైనప్రదేశ ముండును; దాని ట్టు దండము తిరుగును. ఆప్రదేశము 'ఆధారము' (Fulcrum) అని చెప్పబడును. మన మిదివరకు తీసికొనిన తులాదండములలో ఆధారము రెండు కొనలకును మధ్య నున్నది.

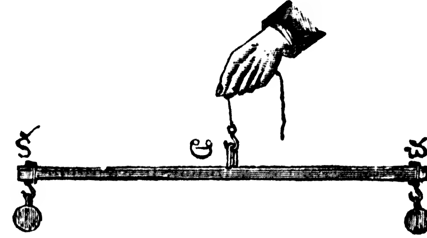
సరిసమానమైన 2 అడుగులు పొడుగుగల యొక కర్రను తీసికొనుము. దాని రెండు చివరలను సమానమైన బరువుగల రెండు రాళ్లను కట్టుము. 15 వ పటము చూడుము.



15 వ పటము.

ఇప్పుడు ఆకర్ర సరిగా తూగుటకు ఆధారము ఎక్కడ నుండవలెనో కనుగొనుము. అక్కడ ఒకత్రాడు కట్టిగాని మరియొక విధముగాగాని నిలువబెట్టి, ఆరాళ్లనుతీసి, సమానమైనబరువు గల మరి రెండు పెద్దరాళ్లను కట్టి యది యేచోట స్థిరముగా నిలుచునో

చూడుము. ఈ రెండు సమయములయందును, 'ఆధారము' ఒకచోటనే యుండునని తెలియవచ్చును. 16 వ పటము చూడుము. తర్వాత రెండు కొనలనుండి యీ యాధారమునకు గల యంతరములు కొలిచిన నవి సమానములుగా నుండును. అనగా 'ఆధారము' దండము యొక్క మధ్య నుండును.

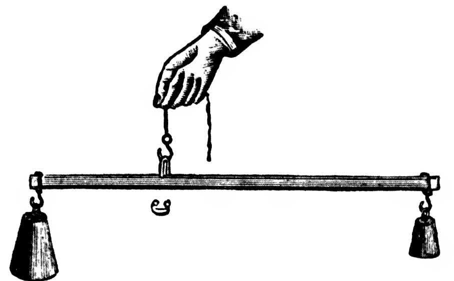


16 వ పటము.

ఆధారమునకును కొనకును మధ్యనుండుభాగము 'భుజ' (arm) మనబడును. ప్రది 'తులాదండము' నకును రెండు భుజము లుండును. చివరలనుండు బరువు సమానమైన, దాని రెండు భుజములును సమానమైన పొడవు గలిగి యుండును.

సమానమైన రాళ్లు గాక, ఒక కొనను రెండు వీసెల రాయిని, రెండవకొనను ఒక వీసెరాయిని గట్టి, అవి సరిగా తూగుటకు నాధారము ఎక్కడనుండవలెనో చూడుడు. ఇట్లే ఒకకొనను 3 వీసెలును, రెండవ కొనను 1 వీసెయు కట్టి ఆధారముయొక్క ప్రదేశము కనుగొనుడు.

ఆధారము వెనుకటివలె మధ్య నుండదు. ఏ వైపునకు జరుగునో చూడుడు. ఎక్కువబరువున్న వైపునకు జరుగును. ఎంత ఆవైపునకు జరుగును? 2 వీసెల బరువునుండి 8 అంగుళముల దూరములో నుండును. వీసెబరువుకు 16 అంగుళముల దూరమునను ఉండును. అనగా రెండు భుజములకును 8, 16 అంగుళములు, లేక రెట్టింపు సంబంధ ముండును. చిన్నభుజము పెద్దబరువునకును, పెద్దభుజము చిన్న బరువునకును సంబంధము కలిగియుండును. అనగా బరువు హెచ్చిన, భుజము తగ్గును; భుజము హెచ్చిన, బరువు తగ్గును.



2 వీ. 17 వ పటము. 1 వీ.

దండముయొక్క పొడుగు 24 అంగుళములు.

చిన్నభుజము 8 అం.

పెద్ద భుజము 16 అం.

కాబట్టి 2 వీ × 8 అం. = 1 వీ × 16 అం. = 16. అనగా నొక భుజసంఖ్యను దానికి కట్టిన బరువుసంఖ్యతో హెచ్చవేసినయెడల ఆమొత్తము రెండవ భుజసంఖ్యను దానిబరువుసంఖ్యతో హెచ్చవేసిన మొత్తముతో సమానముగా నుండును.

బరువు × దాని భుజము = బరువు × దానిభుజము.

బ × భు = బ × భు.

దీనినిబట్టి రెండు భుజములును ఒక చివరనుండు బరువునుగాని, ఒక భుజమును రెండు చివరలనుండు బరువులనుగాని, యిచ్చిన మిగిలినది తెలిసికొనవచ్చును.

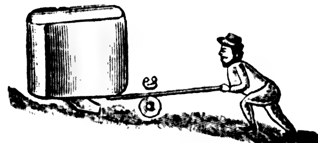
ప్ర:—ఒక లోలదండముయొక్క భుజములు 2, 3 అడుగులు. అందు మొదటి భుజమునకు 10 సేరులు బరువుగట్టిన, ఆదండము సమానముగా తూగుటకు రెండవ భుజమునకు ఎంతబరువు కట్టవలెను?

బ × భు = బ × భు.

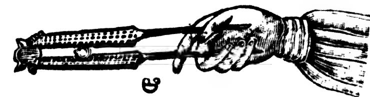
∴ $2 \times 10 = 3 \times$ భు.

∴ $20 = 3 \times$ భు.

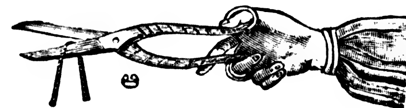
∴ భు $= \frac{20}{3} = 6\frac{2}{3}$ సేరులు.



18 వ పటము.

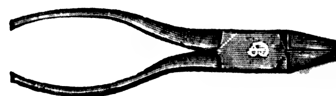


19 వ పటము.



20 వ పటము.

పైజెప్పిన తులాదండమునకు ఆధారము రెండు చివరలకును మధ్య నున్నది. ఇట్టివి మరికొన్ని.—కత్తెర, త్రాసు, తక్కెడ, మొదలయినవి.



21 వ పటము.

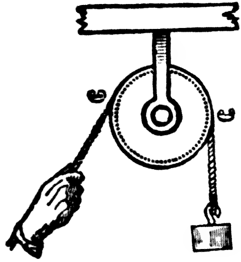
కొన్నిటిలో ఆధారము మధ్యనుండక కొనయం దుండవచ్చును. ఉ॥ స్రావణము, కమసాలి నీరుకారు, అడకొత్తు, గునపముతో మూలము నెత్తుట, మొదలయినవి.

మూలయంత్రములు,

మనము చూచు యంత్రములలో అన్నిటియందును అనేక చిన్న చిన్న యంత్రములు పనిచేయుచుండును. గడియారమును విడదీసి చూచిన అందు కొన్ని చక్రములు, కొన్ని ముండ్లు మొదలైనవి యుండి యొకదాని సహాయమున నొకటి తిరుగుచుగాని, మరి యొకపని చేయుచుగాని ఉండును. ఇట్లే ప్రతియంత్రమును కొన్ని చిన్న యంత్రములచే చేయబడును. అట్టి చిన్నయంత్రములు పెద్ద యంత్రమునకు మూలాధారమగుటచే ‘మూలయంత్రము’ అని చెప్పబడును.

ఆట్టి మూలయంత్రములు ఇదివరకు వర్ణింపబడిన తులాదండముగాక నాలుగు: (1) కప్పీ; (2) చీల; (3) వంపు బల్ల;(4) ఇరుసు చక్రము.

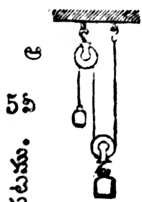
1. కప్పీ (The Pulley).



22 వ పటము.

కప్పీ యనగా గిరక. బావిమీది గిరక మన మెరిగినదియే. దీనిని పెద్ద బరువులను పైకి ఎత్తుట యందును పడవ తెరచాపలు మొదలైనవి పైకి లాగుటయందును ఉపయోగించుట మన మెరుగుదుము. ఇది ఒక ఇనుప దిమ్మెలో గాని, కర్ర దిమ్మెలో గాని, గట్టిగా నమర్పబడి తిరుగు చక్రము. ఈచక్రముపైనుండి త్రాడువేసి, దాని నకొనకు ఒక బరువుగట్టి రెండవకొనను చేతితో లాగిన, బరువు సులభముగా పైకిలేచును. లోతుగానుండు నూతులనుండి నీరు తోడుటకు గిరక నుపయోగింతుము. ఇది చక్రమువలెనుండి, దానిమీద త్రాడువేసి లాగిన తిరుగుచుండును. అట్లు తిరుగుటలో ఘర్షణ మిక్కిలి తగ్గి బరువు సులభముగా నెత్తబడును.

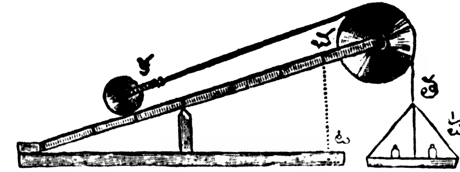
ఇటువంటి కప్పీయందు రెండు వైపులను సమానమై బరువు కట్టిన నది కదలక నిలిచియుండును. ఏవైపు కొంచెము బరువు హెచ్చినను నావైపునకు దిగును,



23వ పటము.

ఒక కప్పీ కాక రెండు కప్పీలను ఉపయోగించి యెక్కువ బరువును తక్కువ బరువుచే నెత్తవచ్చును. 23 వ పటము చూడుము. 'అ, ఆ'అను రెండు కప్పీలు గలవు. అందు 'అ' కదలుచుండి దానికి 10 వీసెల బరువు కట్టబడి, దానినుండి ఒక కొక్కెము కట్టబడిన త్రాడు తీసి రెండవ కప్పీ 'ఆ' గుండా తీయబడును. ఇప్పుడు 'ఆ' గుండా తీయబడిన త్రాటి చివర 5 వీసెల బరువు గట్టిన 'అ' కు గట్టిన పది వీసెలతో సమానముగా తూగగలదు. ఇప్పుడు 'ఆ' కు కొంచెము బరువు హెచ్చిన 10 వీసెలు సులభముగా లేవనెత్తబడును. దీనినిబట్టి తక్కువ బరువుచే ఎక్కువ బరువు లేవనెత్త వచ్చునని తెలియునది.

2 వంపుబల్ల (Inclined plane).



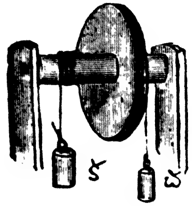
24 వ పటము.

మేడ నెక్కుటకు మెట్ల నెప్పుడును వంపుగా కట్టుదురు. అట్లు వంపుగా గట్టుటకు వీలులేనిచోట మెట్లు గుండ్రముగా గట్టబడును; కాని పైకిని క్రిందికిని సమానముగాను సూటిగాను కట్టబడవు. నిచ్చెనవేసి కొని యెక్కవలెనన్న ఏటవాలుగా వేసికొని యెక్కుదుము గాని తిన్నగా పెట్టి యేమూర్ఖుడును ఎక్కుటకు ప్రయత్నింపడు. కొండ నెక్కుటకు మిక్కిలి యేటవాలుప్రదేశమునుండి యెక్కిన జారి క్రింద పడుదుము. వంపు ఎంత తక్కువగానుండిన అంత సులభముగా ఎక్కవచ్చును. వంపు హెచ్చిన కష్టము హెచ్చును.

3 చీల (The Screw).

రెండు కర్రలను గట్టిగ కట్టవలెనన్న, వానినుండి ఒక బెజ్జముచేసి దానియందు ఒకచీలపెట్టి బిగింతుము. ఒక చెక్కకు బెజ్జను చేయవలెనన్న సమానమైన యినుపముక్కను తీసికొని దానితో ఎంతనొక్కినను మరపడదు. ఇప్పుడు ఒక మరచీలను తీసికొని, దానిని బల్లమీద పెట్టి త్రిప్పిన ఆచీల క్రమక్రమముగా లోపలికిదిగి బెజ్జముచేయును. ఆచీలను పట్టి చూచిన దానియందు కొంచెము ఏటవాలుగానుండు జీరలుండును. ఒక జీరయైన తర్వాత మరియొకటి కర్రలోనికి దిగిపోవును.

ఇరుసు, చక్రము (The wheel and the axle).

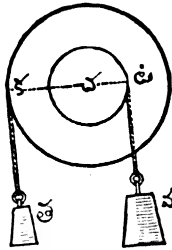


25 వ పటము.

బండిచక్రములు రెండును ఒక యిరుసుచే కలిసి యుండుట మన మెరుగుదుము. చక్రముతిరిగిన యిరుసు కూడ తిరుగును. చక్రము ఒకసారి తిరుగు నంతలో నిరుసు చాలసార్లు తిరుగును. చక్రము త్రిప్పుట చాల సులభము. దానికిచుట్టు త్రాడుకట్టి దానినిత్రిప్పుచు ఇరుసుకుకూడ త్రాడుకట్టి దానిచివర పెద్ద రాయి కట్టిన, ఆత్రాడు చుట్టుకొని రాయి లేవనెత్తబడును. చక్రము పెద్దదై యిరుసు చిన్నదైన ఎక్కువ బరువును సులభముగా చక్రము త్రిప్పుటవల్ల ఎత్తవచ్చును.

మూలయంత్ర ప్రయోజనములు.

మూలయంత్రములలో మొదటిది 'లోలదండము'. దీని ప్రయోజనము మనము ప్రతిదినము నుపయోగించు 'త్రాసు' 'తక్కెడ'లలో గనబడుచున్నది; మొదటిది రెండవదానికంటె సున్నితమైనది గనుక దానిని బంగారు మొదలైన విలువగల వస్తువులను తూచుట కుపయోగింతుము. తక్కెడను, కాటా మొదలైన వానిని పెద్ద బరువుగల వస్తువులను తూచుట కుపయోగింతుము.



26 వ పటము.

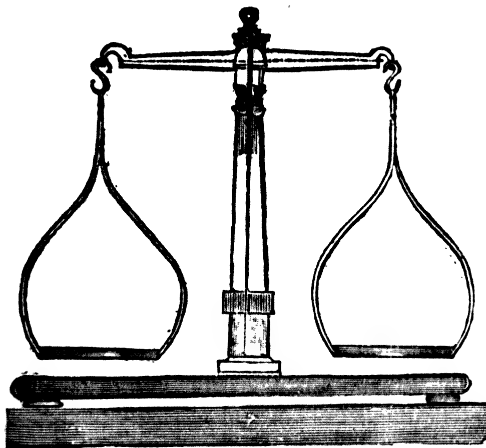
వీనియన్నిటియందును, ఒక నిడుపైనదండ ముండును; దాని రెండు చివరలనుండి త్రాళ్లచేగాని గొలుసులచేగాని కట్టబడిన రెండు పళ్లెముల వంటివి యుండును; ఈ రెంటిలో నొక దానియందు తూచవలసిన పదార్థమును, రెండవదానియందు తూనికరాళ్లను ఉంపబడును; దండముమధ్య నొక ముల్లువంటిది యుండి దండము ఏవైపుతిరిగిన నావైపు చూపుచుండును; ఆముల్లు సరిగా మధ్య నిలిచినప్పుడు, రెండువైపులనున్న బరువు సరిగా నుండును. ఆముల్లు ఉన్నచోటనే యాదండమును, దానికి కట్టబడిన పళ్లెములును వ్రేలాడదీయబడును. 27 వ పటము చూడుము.

తక్కెడవలన ఒక వస్తువుయొక్క బరువును కనుగొనుట.

రెండు పళ్లెములలో నొక దానియందు వస్తువును, రెండవదానియందు తూనికరాళ్లను వేయుదుము; అనగా రెండు ద్రవ్యరాసులను పోల్చుచున్నాము. అయిన నది వస్తువుయొక్క బరువేల యగునని యడుగవచ్చును. బరువనునది పదార్థముయొక్క గుణము గాక, భూమియొక్క యాకర్షముయొక్క ఫలమని మనకు దెలియును; భూమియొక్క యాకర్షము అధికముగా నున్నచోట, పదార్థముయొక్క బరువుగూడ హెచ్చునని దెలియును. అయినను, ఒకే స్థలమునందు దాని యాకర్షము సమానముగా నుండును; కాబట్టి, సమాన ద్రవ్యరాశిగల పదార్థము లన్నియు, సమానమైన శక్తిచే నాకర్షింపబడుటచే, సమానమైన బరువుగలిగి యుండును. ఆ రెంటిని భూమిమీద నెక్కడ తూచినను, అక్కడ రెంటిమీదను ఆకర్షము సమానమగుటచే, అవి సరిగా తూగును. దీనినిబట్టి, తక్కెడవలన మనము నిజముగా బోల్చునవి ద్రవ్యరాసు లనియు, ఒకే ప్రదేశమునందు, పదార్థముయొక్క ద్రవ్యరాశియు బరువును సమానము లనియు దెలియునది.

పదార్థముల మీద, భూమియొక్క యాకర్షము సరిగా దెలిసికొనవలెనని మనవద్ద 'తీగెత్రాసు' ఉండవలెను; దానిని గూర్చి యిదివరకే కొంతజెప్పబడినది. అట్టిత్రాసు సాహాయ్యమువలన, ఒక యూరిలో సరకులనుకొని, భూమి యాకర్షము తక్కువైనచోటికి బోయి యదే ధరకు నమ్మిన, నష్టము గలుగును. ఏలయన, మొదటి చోటికంటె రెండవ చోట ఆకర్షము తక్కువ; తక్కువగుటచే, మొదటిచోట 1 పౌనుతూగిన వస్తువు; రెండవచోట నంతకంటె తక్కువ తూగును; కాబట్టి 1 పౌను తూగుటకు ఎక్కువ పదార్థము కావలసి వచ్చును; ఎక్కువ పదార్థమును ఆధరకే యియ్యవలసి వచ్చిన యెడల నష్టము కలుగునని చెప్పవలసిన యవసరము లేదు.

అట్లే, యాకర్షము ఎక్కువైనచోటికి బోయి యమ్మిన లాభము కలుగును; ఏలయన, కొన్న ప్రదేశమునందు కొంతతూగినవస్తువు, అమ్మెడు చోట అంతకంటె నెక్కువ తూగుచున్నది; కాబట్టి యెక్కువ ఖరీదున కమ్మబడును.



27 వ పటము.

సున్నితమైన త్రాసు కొన్ని లక్షణములను కలిగి యుండవలెను. సున్నితమైనదనగా, మిక్కిలి తక్కువైన భేదమును గూడ కనుపర్చునది యని యర్థము. గాలి సోకినను, చిన్న దోమ దానిమీద వాలినను, భేదము జూపవలెను.

దానిలక్షణములు:—

(1) దాని రెండు భుజములును సమానమైన పొడవుకలిగి యుండవలెను. లేని యెడల, అసమానమైన బరువులు సమానముగా నున్నట్టు కనుపడును.

(2) దాని యాధారము, సరిగా దండమధ్యమున నుండి, యచ్చటనే యది వ్రేలాడదీయ బడవలెను.

(3) దానియాధారము, ఘర్షణలేక ,దండమును మిక్కిలి సులభముగా తిరగనియ్యవలెను; లేని యెడల, ఎంత బరువైనను, దండమును తిరుగునట్లు చేయక, తక్కువ భేదములను చూపలేక పోవును.

ఘర్షణము తగ్గించుటకు సాధారణముగా, దాని యాధారము,'కత్తి యంచు' (Knife edge) వలె చేయబడును.

ఎనిమిదవ అధ్యాయము.

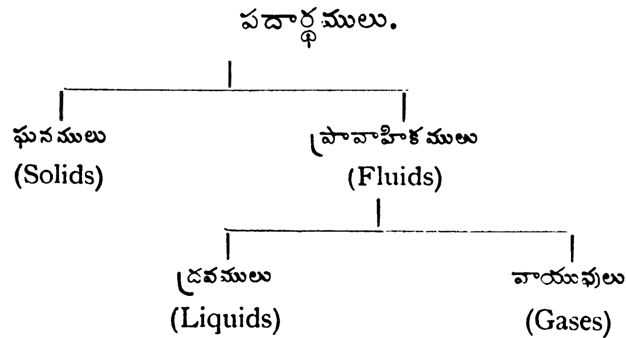
పదార్థముల త్రివిధస్థితి.

(THREE STATES OF MATTER.)

అన్ని పదార్థములను పరిశీలించి చూడగా నవి మూడు విధములుగా గానవచ్చును. ఇనుము, రాయి, మన్ను, కాగితము, ఇసుక మొదలయినవి యొకవిధమైన పదార్థములు. వీనికి 'ఘనపదార్థము' (Solids) లని పేరు. ఘనపదార్థము లనగా గట్టి వస్తువులని యర్థము. నీళ్ళు, పాలు, నెయ్యి నూనె, తేనె, పాదరసము మొదలయినవి పదార్థముల రెండవవిధమున కుదాహరణములు. వీనిని 'ద్రవ పదార్థములు' (Liquids) అనియెదరు. ద్రవపదార్థము లనగా ప్రవహించు వస్తువులని యర్థము.' గాలి, పొగ, ఆవిరి మొదలగునవి మూడవ విధమైన పదార్థములు. వీనిని 'వాయు' రూప పదార్థములు (Gases) అందురు. ఈమాటకు గాలివంటి వస్తువులని యర్థము. సృష్టిలోని యేపదార్థమును కనుగొనినను అది యీ మూడు స్థితులలో నొక్కదానియందు నుండును.

ద్రవపదార్థములును వాయుపదార్థములును ఒకచోట నుండక కదలు స్వభావము కలిగి యుండును. ద్రవపదార్థములు భూమిపై ప్రవహించును. వాయుపదార్థములు ఆకసమున ప్రవహించును. ఈ సామ్య

మును పట్టి యీ రెంటికిని ‘ప్రావాహిక’ పదార్థములు (Fluids) అని సామాన్యనామము వచ్చెను.



ఘనపదార్థములు.

ఘనపదార్థములకు నియమితాకారము (Definite form) కలదు. ‘నియమితాకారము’ అనగా ఇంత పొడవు, ఇంత వెడల్పు, ఇంత యెత్తు, ఇన్ని మూలలు, ఇంత చుట్టు అని కొల్చుటకు వీలయిన యాకారము. ఘనపదార్థముల మొదటి యాకృతి మార్పబోయిన నా పదార్థములు నిరోధించును. అనగా ఘనపదార్థములను కోయుటయు, గుండ్రమైనవానిని త్రికోణాకృతిగాగాని, మరియన్యరూపముగాగాని, మార్చుటయు కష్టసాధ్యము.

ద్రవపదార్థములు.

నీరు, పాదరసము మొదలయిన ద్రవపదార్థములకు నియమితాకారము లేదు. నీరు గుండ్రని పాత్రలో బోసిన గుండ్రముగా నుండును. గిన్నెలో బోసిన గిన్నెవలె నుండును. చెంబులో బోసిన చెంబువలె నుండును. నీరు క్రిందబోసినయెడల నొకచోట నిలువక పల్లమువైపునకు బోవును. తమ యాకారమును మార్ప నెత్నించువారిని ద్రవములు కొంచెము నిరోధించును. కాని ఘనపదార్థములవలె నెక్కుడు నిరోధము

కలుగజేయవు. బట్టలమూటను ఒత్తి చిన్నది చేసినట్లు నీళ్లను ఒత్తి వాని యాకారమును సంకుచితము అనగా చిన్నదిగా చేయుటకు వీలుగలదా యని చూచుటకు శాస్త్రజ్ఞులు ఎన్నియో ప్రయోగములు చేసి వాని యట్లు చేయుటకు వీలులేదనియు ద్రవములు ‘అసంకోచ్యములు’ (Incompressible) అనియు పూర్వశాస్త్రజ్ఞులు నిర్ణయించిరి. నీళ్లను మిక్కిలి ప్రయాసముతో కొంచెము తగ్గింపవచ్చునని యిటీవలి శాస్త్రజ్ఞుల యభిప్రాయము. కావున ద్రవములను ప్రస్తుతము ‘అసంకోచ్యము’లనక ‘దుస్సంకోచ్యము’లనవలెను.

ద్రవపదార్థములకు నియమితాకారము లేకపోయినను నియమిత ప్రమాణముగల స్థలము నే ఆక్రమించు గుణము కలదు. గిద్దెడునీళ్లను తీసికొని యే యాకారముగల పాత్రలో పోసినను అవి గిద్దెడు పరిమాణమునకు జాలుస్థలము నే యాక్రమించుకొనును. రెండు గిద్దెలుపట్టు పాత్రలో పోసినయెడల అందు గిద్దెడు నీళ్లు పట్టెడు పైభాగము ఖాళీగా నుండును. మూడు గిద్దెలు స్థలముగల పాత్రలో బోసిన నందు రెండు గిద్దెల ప్రదేశము ఖాళీగా నుండును.

వాయుపదార్థములు.

గాలి, పొగ, ఆవిరి మొదలయిన వాయుపదార్థములకు ద్రవపదార్థములవలెనే నియమితాకారము లేదు. ద్రవపదార్థములు భూమిమీద ప్రవహించినట్లు వాయుపదార్థములు ఆకాశములో నెగురును. ఏ పాత్రలోనుంచిన నాపాత్రయొక్క యాకారమును పొందును. ద్రవపదార్థములకున్నట్లు నియమిత ప్రమాణముగల స్థలము నే యాక్రమించు గుణము వాయుపదార్థములకు లేదు. చిన్నసీసాలోని పొగ పెద్దసీసాలో పోసిన నది పెద్దసీసానిండ వ్యాపించును. కొంచెము పొగను ఒక గదిలో విడిచిన నది గది యంతయు వ్యాపించును. ఏ పాత్రలోనుంచిన నాపాత్రయంతయు వ్యాపించుగుణము వాయుపదార్థములకు కలదు.

వీనికిగలభేదము, అందుకుగారణము.

ఘనపదార్థములకు నియమితాకారమును, నియమిత పరిమాణము గల స్థలము నాక్రమించు గుణమును, గలవు. ద్రవపదార్థములకు నిందు మొదటి గుణము లేదు; రెండవ గుణము మాత్రము గలదు. వాయురూప పదార్థములకు ఈ రెండు గుణములును లేవు. ద్రవరూప పదార్థముల యాకారమును ఒత్తుడుచే తగ్గించుట చాల కష్టమనియు, అప్పుడైనను అది బహుస్వల్పభాగము తగ్గుననియు, అందుచే వానికి 'దుస్సంకోచ్యములు' అని పేరు పెట్టవచ్చుననియు చెప్పియున్నాము. వాయురూప పదార్థముల యాకారము తగ్గించుట బహు సులభము. ఒత్తుడు ఎక్కువ యైన కొలదిని వాయుపదార్థముల యాకారము తగ్గును. ఒత్తుడు తగ్గిన కొలదిని ఆకారము హెచ్చును. కావున వాయువులను 'సుసంకోచ్యములు' అని చెప్పవచ్చును. సుసంకోచ్యములనగా సులభముగా తగ్గించుటకు వీలయినవియని యర్థము.

ఘనపదార్థములయణువులకు ఇటు అటు తిరుగు స్వాతంత్ర్యము లేదు. ద్రవపదార్థముల యణువుల కట్టి స్వాతంత్ర్యము కొద్దిగ గలదు. వాయురూప పదార్థముల యణువులకు అట్టి స్వాతంత్ర్యము మిక్కిలి యెక్కుడుగ గలదు. ద్రవరూప పదార్థములయణువు లొక్కచోటనే యుండవలెనన్న నియమములేదు; ఒకయణువు మరియొక యణువునుండి చీలిపోవచ్చును. కాని యట్లు చీలిపోదలచిన యణువు చుట్టునున్న యణువుల యాకర్షమును పూర్తిగ తప్పించుకొనజాలదు. కావున నాయణువులన్నియు గుంపుగ జేరును. అవి గురుత్వాకర్షముచే క్రిందికిలాగబడును. కనుక నవి పాత్రయడుగునకు జేరును. వాయురూప పదార్థముల యణువుల గతిస్వాతంత్ర్యము పూర్తిగానున్నందున నవి పాత్రలోని యన్ని దిశలను వ్యాపించును.

ఘనద్రవవాయురూపపదార్థముల గుణధర్మములలో పైని వర్ణింపబడినట్లు భేదముకలుగుటకు కారణమేమి? వీని యణువులకుగల గతి

స్వాతంత్ర్య భేదమును గురించి పైని చెప్పినాము. అణువు గతిస్వాతంత్ర్యమునకు నట్టి భేదమును కల్పించు శక్తియొకటి పదార్థములోనే యుండవలెను. అట్టి శక్తికి అణ్వాకర్ష మని పేరు. దీని గురించి వెనుక వ్రాసియున్నారము. అన్నియణువులకును ఈయాకర్షము సహజముగా కలదు. కాని యణువులలో మిక్కిలి తక్కువ యంతర మున్నంతవరకే అణ్వాకర్షము పనిచేయును. ఘనపదార్థముల యణువులు మిక్కిలి సమీపమందుండును. కావున దానియందు అణ్వాకర్షము మెండుగ కలదు. ద్రవపదార్థములలో అణ్వాకర్షము తక్కువగా నుండును. వాయురూప పదార్థములలో ఈయాకర్షణ నశించును. కావున అణువులు విచ్చలవిడిగ ప్రసరించును. పరమాణ్వాకర్ష మధికమైన కొలదిని పదార్థముయొక్క కాఠిన్యము హెచ్చును; ఆయాకర్షము తగ్గిన కొలదిని ఆపదార్థయొక్క యణువులలోని చంచలత యెక్కువగును. ఇది సామాన్యనియమము.

ఒకపదార్థమునకు అనేకస్థితులు.

పైనివర్ణింపబడిన ఘనద్రవవాయురూపములగు మూడుస్థితులు ఎప్పుడును వేరువేరు పదార్థములయందే కనబడుననియు, ఒకపదార్థమే యెన్నడును ఈమూడు స్థితులయం దుండుటకు వీలులేదనియు, చదువరులు తలపగూడదు. ఒక్కపదార్థమే యీమూడు స్థితులను పొందవచ్చును. ఇందు కుదాహరణములు నీరు, నెయ్యి, కొబ్బెర నూనె. నీరు సాధారణముగా ద్రవస్థితిలో నుండును. మంచుగడ్డ నీటియొక్క ఘనస్థితి; ఆవిరి దానియొక్క వాయుస్థితి. నెయ్యికాచిన ద్రవత్వమును చెందును; అది పేరియున్నప్పుడు ఘనపదార్థమగును; మిక్కిలి కాచిన ఆవిరిరూపమైపోవును. అది వాయురూపము. ఇట్లు కొన్నిపదార్థములు సులభముగా నొక స్థితిలోనుండి మరియొకస్థితికి మారును. ఇందుకు నుదాహరణముగా కొంచెము మైనము తీసికొనుము. దానితో ఏనుగు, గుర్రము మొదలయిన బొమ్మలు చేయుము. ఈ మార్పువలన రూపభేదము మాత్రము కలిగినది. స్థితిభేదము లేదు. మైనము ఘనపదార్థమే; ఏనుగు ఘనపదార్థమే. ఇక ఆమైనమును గిన్నెలో

వేసి వెచ్చచేయుము. అప్పుడది కరిగిపల్చని పదార్థమగును. ఇది ద్రవస్థితి. ఇంక కొంచెముసేపు నిప్పుమీదనుంచిన నది వాయురూపమును చెందును.

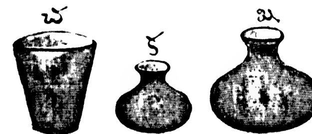
పైని వర్ణించినట్లు కొన్నియుపాయములచే సృష్టిలోని ప్రతి పదార్థమును ఒక స్థితిలోనుండి మరియొక స్థితిలోనికి మార్చవచ్చును. ఘనపదార్థములను ద్రవపదార్థములుగా గాని వాయుపదార్థముగా గాని మార్చుటకు 'ఉష్ణత' అనగా వేడిమి కారణమనియు, వాయురూప ద్రవరూప పదార్థములను ఘనరూపముగా మార్చుటకు 'శీతము' అనగా చలి కారణమనియు, పైయుదాహరణములవలన చదువరులు గ్రహించియుందురు. ఇటి స్థిత్యంతరమునకు 'ఒత్తుడు' (Pressure)ను సహాయముచేయును. ఒత్తుడు ఎక్కువయైన కొలదిని వస్తువుయొక్క యణువులు దగ్గర దగ్గరకువచ్చును. కావున 'ఒత్తుడు' వృద్ధియైనకొలదిని వాయుపదార్థము ద్రవపదార్థముగను, ద్రవపదార్థము ఘనపదార్థముగను మారును. 'ఒత్తుడు' తగ్గినకొలదిని ఘనపదార్థములు ద్రవపదార్థములుగను, ద్రవపదార్థములు వాయు పదార్థములుగను మారును. ఒత్తుడు హెచ్చించి ఉష్ణత తగ్గించిన నెట్టి వాయురూప పదార్థమునైనను ద్రవపదార్థముగా మార్చవచ్చును. శాస్త్రజ్ఞులు ఈ మార్గముల నవలంబించి, మనకు గానరాని మన చుట్టునున్న గాలిని గూడ పలుచని నీళ్లవలె చేసిరి. గాలిని ద్రవరూపముగా మార్చుటకు మిక్కిలి 'ఒత్తుడు'ను, మిక్కిలి చలియు గావలెను. ఇట్లే ప్రాణవాయువును, బొగ్గుపులుసుగాలిని శాస్త్రజ్ఞులు ద్రవరూపముగా మార్చిరి.

తొమ్మిదవ అధ్యాయము.

ఘనపదార్థముల ధర్మములు.

(PROPERTIES OF SOLIDS).

పదార్థముయొక్క ధర్మములనుగూర్చి 2 వ యాధ్యాయమునందు చెప్పబడినది. ఇప్పుడు 'ఘనపదార్థము' లయొక్క గుణములను గురించి కొంచెము విస్తరించి చెప్పబడును. 2 వ అధ్యాయమునందు చెప్పబడిన 3, 4, 5, 6, 7 గుణములు ముఖ్యముగా ఘనపదారము నందే కనబడును. వానివిషయమై తిరిగి చెప్ప నక్కర లేదు.



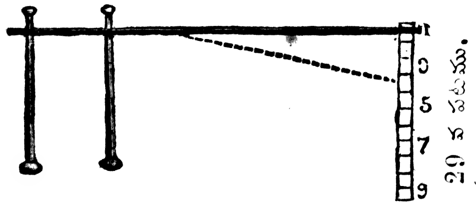
28 వ పటము.

ఈ పటమునందు వేరువేరు 'ఆకారము'లు గల మూడుపాత్రలు గలవు. ఇప్పుడు మొదటిదానియందు (చ) నిండ నీరుపోసి, మూడవదాని (ఖ) లోపోసిన సరిగా నిండును. అనగా నీరెండును సమానమైన 'పరిమాణము' (కొల్త) గలవని చెప్పవచ్చును. అయినను వాని ఆకార మొకటిగాదు. దీనినిబట్టి ఘనపదార్థములలో పరిమాణ మొకటైనను ఆకారభేద ముండవచ్చునని తెలియుచున్నది. ఒక యాకారముగలదానిని మరియొక యాకారము గలదానిసిగా మార్చుట కష్టసాధ్యము. కాబట్టి ఘనపదార్థములకు ఆకారము ఉండుననియు, ఆ యాకారమును మార్చుటకు వీలులేదనియు, తెలియుచున్నది.

రెండవ (క) మూడవ (ఖ) పాత్రల యాకార మొకటైనను, ఆ రెంటికినిగల పరిమాణ మొకటిగాదు. ఆరెంటిని సమానమైన పరిమాణములోనికి సులభముగా తీసికొని వచ్చుటకును వీలు లేదు. కాబట్టి ప్రతి ఘనపదార్థమునకును ఆకారమును పరిమాణమును ఉండును.

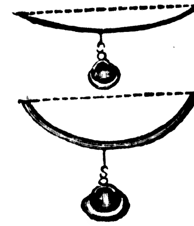
కిటికీలకువేయు ఇనుప ఊచను చేతితో వంచుటకుగాని, దానిమీద బరువుపెట్టి అణచివేయుటకుగాని ప్రయత్నింపుము. మనము దానిని రాతితో కొట్టినను, గట్టిగా నేలమీద పారవేసినను, దానిని వ్రేలాడగట్టి దానికి పెద్దబరువుగట్టినను, దాని యాకారమునందు నేవిధమైన మార్పును కలుగదు. సన్నని యినుపతీగను తీసికొనిన దానిని సులభముగా వంచవచ్చును, లేక సాగదీయవచ్చును.

మొదటిదాని విషయములో ఏల చేయకపోతిమని యడిగిన మనము ప్రయోగించు శక్తి చాలకపోవుటచే దానికేమియు ఆకారభేదము కలుగలేదని చెప్పవచ్చును. దీనినిబట్టి యిట్టి పదార్థములయందు మార్పు కలిగించుటకు 'శక్తి' కావలయునని తెలియుచున్నది. మనము ప్రయోగించు శక్తినిబట్టి పదార్థమునందు కలుగు మార్పు ఉండును. దానినొక చిన్న ప్రయోగము వలన చూపనగు.



29 వ పటము.

ఒక గజము పొడవును వ్రేలంత లావును గల యొక కఱ్ఱయొక్క ఒకచివరను గట్టిగా రెండు స్తంభములకు గట్టుము. రెండవ చివరను స్వేచ్ఛగా ఒక గజముబద్దమీద నుండనిమ్ము. ఆచివరను 1 పీసె బరువు కట్టుము. అది యెంతవంగునో గజముబద్దవల్ల కొలిచి తెలిసికొనుము. తర్వాత 2 పీసెల, 3 పీసెల, 4 పీసెల రాళ్లుగట్టి యెంతవరకు వంగునో చూడుము.

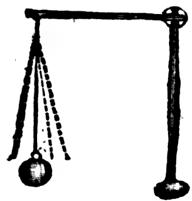

30 వ పటము.

1 పీసె రాయిగట్టినప్పుడు 3 అంగుళములు వంగిన, 2 పీసెల రాయికి 6 అంగుళములు అనగా రెట్టింపును, 3 పీసెలకు 9 అంగుళములు అనగా 3 రెట్లును, 4 పీసెలకు 4 రెట్లును వంగును. దీనినిబట్టి బరువుహెచ్చిన, వంపుగూడ హెచ్చుచున్నదని తెలియును. ఈప్రయోగమునే మరియొకవిధముగా జేయవచ్చును. ఆకఱ్ఱయొక్క రెండు చివరలను కట్టిపెట్టి, మధ్యను బరువునుగట్టి ప్రయోగముజేసి చూడుము; పీసెబరువుకు 1 అంగుళమువంగిన, 2 పీసెలకు రెండంగుళములు వంగును. కాబట్టి, బరువుకును, వంపునకును, సంబంధముండును. 30 వ పటము చూడుము.

సన్నబరువు కట్టినప్పుడు కొంచెము వంగును; అది తీసివేసినప్పుడు తిరిగి మొదటి స్థానముచేరును; అంతకంటె నెక్కువబరువు గట్టినప్పుడు ఎక్కువగావంగి, తీసివేసినప్పుడు తిరిగి సరియైన స్థానము చేరక, కొంచెము తక్కువగానుండును. అట్లు బరువు హెచ్చించుచుండిన తుదకు విరిగిపోవును. అనగా దానిశక్తికిమించిన బరువును గట్టుటచే మోయలేక విరుగును. మొదటి విషయములో దానికి స్థితిస్థాపకశక్తి గలిగి తిరిగి కొంచెము హెచ్చుతక్కువగా నిజస్థానము చేరును. చివర దానియందు ఆశక్తికిమించిన వంపు గలుగుటచే మొదటిస్థానమును చేరలేకపోవుటయే గాక విరిగిపోవుటగూడ సంభవించును. కాబట్టి బరువెత్తుటలో దేనికి తగిన బరువును దానిమీద పెట్టవలయునుగాని, దాని శక్తికిమించిన బరువును పెట్టగూడదు.

ఒక అడుగు పొడుగుగల యిండియా రబ్బరు గొట్టమును ఒకచోట వ్రేలాడదీసి రెండవచివర నొకబరువైనరాతిని గట్టుము. క్రమక్రముగా బరువును ఎక్కువ జేయుము. అట్లు చేయుట వలన అది యెక్కువ సాగుచుండును. బరువు తీసివేసినప్పుడు తిరిగి మొదటి స్థలమునకు పోవును.

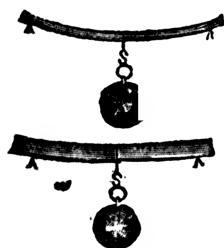
పదునెనిమిది అంగుళములు పొడవుగల (రాగి, యినుము, ఇత్తడి) తీగెలను సంపాదించి, వానిని వ్రేలాడదీసి రెండవచివరను ఒక పెద్ద బరువు గట్టుము. ఆబరువును చేతితో పట్టుకొని కొంచెము త్రిప్పి విడిచిపెట్టిన నది అటునిటు కొంచెముసేపు తిరిగి తుదకు మొదటనున్న స్థితిని పొందును.



31 వ పటము.

ఇట్లు అన్నితీగెలతోను చేసి చూచిన, అన్నిటికిని మొదటి స్థలము చేరుటకు సమానమైన కాలము పట్టును. క్రింద గట్టిన బరువును మార్చిన నదియాడు చుండు కాలముగూడ మారును. అనగా ఊగులాడు కాలము ఆవస్తువును బట్టియు, దాని పొడుగును, వెడల్పును, క్రిందగట్టిన బరువును బట్టియు నుండునని తెలియును.

ఒక గజము పొడవును, 2 అంగుళములు వెడల్పును, పాతిక యంగుళము దళమును గలిగిన ఒక చెక్కనుతీసికొని, దానిని రెండు చివరలను గట్టిపెట్టి, మధ్య 1 వీసె బరువుగట్టిన అది కొంతవంగును. ఎంత వంగినదో అడుగు బద్దతో కొలిచిచూడుము. 1అంగుళము వంగినదనుకొనుము. ఆ చెక్కనే అడ్డముగా పెట్టుము. అనగా దానిని దళసరినిగాక వెడల్పు రెండంగుళములు క్రిందికి వచ్చునట్లుపెట్టి ముందు కట్టిన బరువునే కట్టుము. ఇప్పుడు అది వంగినట్లే కనుపడదు. వంగినను మిక్కిలి కొంచెము దూరము వంగును. 32 వ పటము చూడుము. అనగా, దళసరి వైపుగాక, వెడల్పువైపు ఆనునట్లు చేసిన ఎక్కువబరువు మోయును. అదిమోయగలబరువు దళసరినిబట్టి యుండును. దళసరి హెచ్చిన బరువు గూడ హెచ్చవచ్చును.



32 వ పటము.

మన యిండ్లకు వేయు దూలములను పరీక్షించిన అవి యెప్పుడును ఎక్కువ దళసరిగలవైపు గోడమీదికి నుండునట్లు వేయబడును. ఇట్లు

వేయుటవలన నవి యెక్కువబరువును మోయగలవు. మనము రైలుబండి బాటగుండ కొంచెము దూరము పోయిన మనకు చిన్నవంతెన యొకటి కనుపడవచ్చును. దానిమీద వేయబడియుండు యినుపదూలములు పైని చెప్పినట్లు వేయబడియుండును.

ఇట్టి దూలములమీద అంతపెద్ద బరువైన రైలు పోయినను విరుగకుండ ఎట్లుపోవును? రైలుపోవునపుడది కొంచెమైన వంగదా? కొంచెమాలోచించిన తెలియును. దానిమీద ఒకక్షణమునందుండు బరువు ఒక బండిగాని రెండు బండ్లుగాని యుండవచ్చును. రైలుబండియొక్క బరువంతయు ఒకేక్షణమునందు దానిమీద నిలిచియుండదు. రెండవది, దానిమీద ఒకక్షణమునందు ఉండుబరువుకంటె 10, 15 రెట్లు బరువును అది మోయ గలిగియుండునట్లు చేయబడును. అట్టి బరువు దానిమీదనుండి పోవునపుడు కొంచెమువంగినను, తర్వాత తిరిగి మొదటిస్థలము జేరుకొనును. అట్లుగాక, అది మోయగలిగినంత బరువు దానిమీదపోయిన, అది యెక్కువగావంగి యట్లు వంగినప్పుడు మొదటనున్న స్థలమును కొన్నిసమయములయందు మరల చేరలేక పోవచ్చును. అప్పుడు దానిమీద రైలుపోయిన ప్రతిమాటికిని వంపుహెచ్చి తుదకు విరిగిపోవుటకూడ తటస్థించును. అట్లు జరిగిన సంభవించు నష్టము వేరుగ జెప్పనక్కరలేదు. కాబట్టి మనము ఉపయోగించు వస్తువుల శక్తి సామర్థ్యమును దెలిసికొనిగాని వానిమపయోగింప గూడదు.

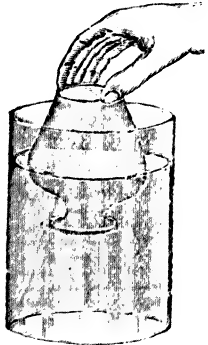
పదియవ అధ్యాయము.

వాయుపదార్థములు; వానిధర్మములు.

(GASES; THEIR PROPERTIES).

వాయుపదార్థములనగా నెట్టివియో వానిముఖ్యమగు ధర్మము లెవ్వియో 8 వ అధ్యాయమునందు చెప్పబడినది. ఇప్పుడు వాని ధర్మములను అట్టి ధర్మముల ఉపయోగములను గూర్చి విస్తరించి చెప్పెదను. ఘనపదార్థములైనతరువాత, వాయుపదార్థములనుగూర్చి యేల చెప్పవలయునో ముందు తెలియగలదు.

వీని కీపేరువచ్చుటకు గారణము ఇవి వాయువును పోలియుండుటచేతనే. కాబట్టి 'వాయువు' యొక్క ధర్మములను పరిశీలించిచూచిన, వాయుపదార్థములకన్నిటికిని ఇట్టిధర్మములే యుండునని చెప్పవచ్చును.



33వ పటము.

గాలియననేమి? అది మనకంటికి గనుపడదు. అదియున్నట్లు మనకెట్లు తెలియును? అది మనశరీరమును తాకుటచేత, మనకంటికి కనుపడనిది యొకటి మనల నావరించియున్నదని తెలియును. ఇది మన ప్రాణమునకు ముఖ్యాధారము. ఉచ్ఛ్వాసనిశ్వాసములవలన మనుష్యుడు మొదలగు జంతువు లన్నియు జీవించి యున్నవని మనకు తెలిసియే యున్నది. అది ప్రపంచమునందేచోట చూచినను ఉండును. అది మనశరీరమును తాకలేకపోయినను అదియున్నట్లు చూపుట యెట్లు? ఒక చిన్న ప్రయోగమువలన చూడనగు. ఒక చెంబునుతీసికొని, దానిని మూతి క్రిందుగా పెట్టి నీటిలో ముంచుము. అప్పుడు నీరు చెంబులోనికి చొరనేరదు. దీనిని బట్టి అందు నీరు చొరకుండనట్లుచేయు పదార్థ మొకటి యుండవలెనని

తెలియును. ఇప్పుడు ఆచెంబును కొద్దిగాప్రక్కకువంచిన బుడబుడమను ధ్వనితో బుగ్గలుపైకివచ్చును. దీనినిబట్టి అందున్న పదార్థము బుగ్గలుగా పైకివచ్చుచున్నదని తెలియును. దీనినే గాలి లేక వాయువు అందురు.

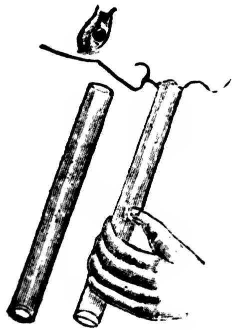
తుపాను పట్టినప్పుడు ఇంటిమీది పెంకు లెగిరిపోవుట, పెద్దచెట్లు సహితము వ్రేళ్లతో పెల్లగిలి పోవుట మన మెరుగుదుము. ఇదంతయు గాలియొక్క మాహాత్మ్యమే. కాబట్టి గాలియనునది యొకటి యున్నదనుటకు ఏవిధమైన సంశయమును లేదు. ఇది మన భూగోళమును ఆవరించి యున్నది. అయిన నది భూగోళమును ఆవరించి సూర్యమండలము వరకు వ్యాపించియున్నదా యని యడుగవచ్చును. శాస్త్రజ్ఞులు భూమిమీద 45 మైళ్ళయెత్తువరకు వ్యాపించి యున్నదని చెప్పుచున్నారు. కాబట్టి అది మనము విశ్వసింపవచ్చును. అట్లు ఈ భూగోళమును 45 మైళ్ళ వరకును ఆవరించి యుండుగాలికి 'వాతావరణము' (Atmosphere) అని పేరు.

గాలిచే నాక్రమింపబడని ప్రదేశ మేదైననుండిన దానిని 'శూన్యప్రదేశము' (Vacuum) అని చెప్పవచ్చును. అట్టి శూన్యప్రదేశము స్వాభావికముగా నెక్కడను ఉండదు. అయినను ఏప్రదేశమునుండియైన గాలిని తీసివేయు సాధనము లేవైన గలవేమో ముందు చూతము.

గాలికి బరువు కలదు.

ప్రయో:—ఈ ప్రపంచమునందుండు ప్రతి పదార్థమును 'బరువు' కలిగి యుండునని యిదివరకు చెప్పబడినది. ఈ గాలిగూడ నొక పదార్థమగుటచే దీనికి కూడ బరువు ఉండునని చెప్పవచ్చును. ఒక సన్నని మూతిగల సీసాను తీసికొని, దానినితూచిన అది కొంతబరువు ఉండును. ఇప్పుడు అందుండు వాయువును తీసివేసి తిరిగితూచిన తక్కువ తూగును. కాబట్టి దానినుండి పోయినవాయువునకు కొంతబరువున్నదని తెలియును. కావున వాయువునకు బరువుగలదు. అనగా వాయు వొకపదార్థము.

ప్రయో:—కొన్ని పుస్తకములను తీసికొని ఒకదానిపై నొకటి పెట్టిన, అన్నిటికంటె క్రిందిదానిని పైవన్నియు నొక్కును. పైనుండి మూడవ పుస్తకమును పై రెండుపుస్తకములు మాత్రమే నొక్కును. రెండవదానిని పైది యొకటిమాత్రమే నొక్కును. ఈ నొక్కుట యనునది దానిబరువునుబట్టి యుండును. ఎక్కువ బరువుకలిగిన వస్తువు ఎక్కువగా నొక్కగలదు. అనగా నెక్కువగా క్రిందిదానిని 'పీడించును' అని చెప్ప వచ్చును. అట్లు పీడించుశక్తి 'పీడనము' అని చెప్పబడును. బరువు గల ప్రతిపదార్థమునకును 'పీడన' శక్తి యుండుటచే, గాలికి గూడ నిట్టిశక్తిగలదు. అనగా గాలికి 'పీడన' శక్తి గలదు. ఇదియొక ప్రయోగమువలన తేటపడగలదు.



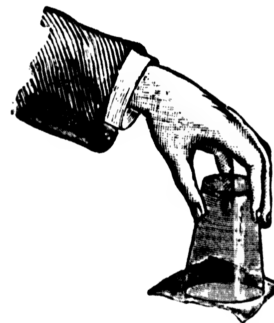
34 వ పటము.

రెండు వైపుల తెరచి యున్న గాజు గొట్టమును తీసికొని దాని కొకవైపున రబ్బరు ముక్కను గట్టిగా త్రాడుతో గట్టి, రెండవవైపును నోటిలో పెట్టుకొని, అందుండు గాలిని నోటిలోనికి గట్టిగాపీల్చిన, రబ్బరుసాగి లోనికి పోవును. దీనినిబట్టి యేమి తెలియును? లోపలి గాలి తీసివేయబడినప్పుడు దానిని పైనుండి యొకటి పీడించి లోపలికి నొక్కునని తెలియును. అట్లు నొక్కునది గాలి. లోపల గాలి యున్నప్పుడు ఏల నొక్కలేక పోయినదని యడుగ వచ్చును. ఒక మనుష్యుని సమానమైన బలముగల యిద్దరు మనుష్యులు రెండు వైపులనుండి లాగిన వాడు యేవైపునకును గదలక యట్లే నిలువబడి యుండును. అలాగుననే రెండువైపులను గాలియున్నప్పుడు, రెండు వైపుల పీడింపబడి యేవైపునకును గదలక, లోపలి గాలి తీసివేయబడినప్పుడు ఆ వైపున పీడనబలము తగ్గుటచే నావైపునకు రబ్బరు వ్యాపించును.

ప్రయో—ఒకచెంబునిండ నీరుపోసి దానిమీద ఒక దళసరి కాగితమును అంటించి చెంబును వంచిన, కాగితము అట్లే యుండి నీటిని క్రింద బడనీయదు. 34 వ పటము చూడుము. అనగా, గాలి ఆకాగితమును పైకి నెత్తిపట్టినందున కాగితము కదలక యుండుటచే నీరుకూడ కదలకయుండును. లోపలినుండి కాగితమును క్రిందికి త్రోయుచున్ననీటిబరువుకంటె గూడ వెలుపలినుండి కాగితమును పైకినెత్తి పట్టుచున్నగాలియొక్క బలము ఎక్కువగా నున్నది.

ప్రయో:—రబ్బరు తిత్తిలోనికి గాలి యూదిన, నది పొంగి పెద్దదగును. దీనినిబట్టి గాలికి పీడనశక్తి గలదని తెలియును; అట్టి పీడనము 4 వ ప్రయోగమువలన నన్ని వైపులకు గలదని గూడ దెలియుచున్నది. చిన్న రాతి నొకదానిని తీసికొని, దాని నొక గిన్నెలో పెట్టిన నది అక్కడనే యుండును. కొంచెము గాలిని పెద్ద సీసాలో విడిచి పెట్టిన, అదంతయు నాక్రమించును. అనగా గాలికి స్థలాక్రమణమునందు మిగుల నాసక్తి కలదు. ఇదియే, వాయుపదార్థములకును, ఘనపదార్థములకును గల తారతమ్యము.

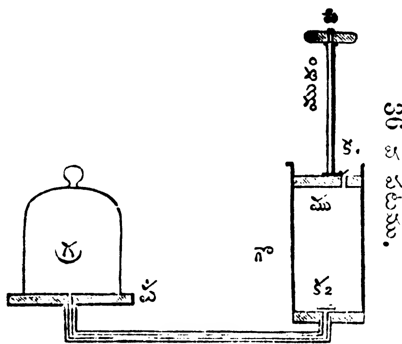
వాయ్వాకర్షక యంత్రము.



35 వ పటము.

ఒక పాత్రయందున్న వాయువును తీసివేయుటకు సాధనము లున్నవి. అట్టి సాధనములను చెప్పుటకు ముందు ఒకచిన్న విషయము తెలియవలెను. ఒక గదిలోనున్న మనుష్యులను అవతలకు పంపవలె ననిన దానికి నొకద్వారముండి, వారు పోయిన వెంటనే తలుపు మూయవలెను. అట్లుగాక వారు తిరిగి లోపలికి వచ్చుటకు వీలున్న యెడల నెప్పటివలెనె గది నిండియుండును.

ఆలాగుననే యొక చోటునుండి గాలిని తీసివేయవలెననిన, దానిని తీసి వేయుటయే గాక, తిరిగిరాకుండునట్లుచేయుటయు ముఖ్యము. అట్లుచేయుటకు ఒకవైపునకు మాత్రము తెరవగల తలుపుండవలెను. ఆతలుపు లోపలినుండి వెలుపలికి పోవునప్పుడు మాత్రము తెరచి, వెలుపలినుండి లోపలికి రాన్నియ్యక మూసికొని పోవలెను. అట్టితలుపును 'కవాటకము' (Valve) అని చెప్పుదురు. ఇది తెలిసిన పిమ్మట వాయువును తీసివేయు సాధనము బాగుగ తెలియగలదు. దానిని 'వాతరేచక' మందురు. దీనికి 'వాయ్వాకర్షకయంత్రము'(Air pump) అని మారుపేరు.



గ్ర = గ్రాహకము; ఇదియొక గాజుపాత్ర. దీనినుండి గాలిని తీసివేయవలెను.

ప = మధ్యను రంధ్రమున్న గుండ్రనిపళ్లెము.

$క_1$; $క_2$ = కవాటకములు. ఇవి ఒక వైపునకుమాత్రము తెరవబడును.

గొ = ఇత్తడి గొట్టము.

ము = గొట్టములో సరిగా నిమిడి, లోపల కదలుచుండు ముషలకము. ఇది సందులేకుండ గొట్టములో సరిగానుండును

ము. దం = ఈ ముషలకమును అటునిటు కదల్చుటకు అమర్పబడిన దండము, కాడ.

పి = పిడి.

గ్రాహకమునందు గాలియున్నది. దానిని తీసివేసి అందు శూన్యప్రదేశ ముండునట్లు చేయవలెను. గాలికి స్థలమును ఆక్రమించుటయందు ఆసక్తి యున్నదని చెప్పబడినది. ఇప్పుడు ముషలకము గొట్టము చివర ననగా క్రింద నున్నదనుకొనుడు. దీనిని చేతితో వెనుకకు అనగా మీదికి లాగిన ఆగొట్టమునందుండు గాలియంతయు బైటికిపోవును. అనగా నది శూన్యప్రదేశమగును. దీని నాక్రమించుటకు వెలుపలిగాలి లోపలికి వచ్చుటకు ప్రయత్నించును. కాని, కవాటకము ($క_1$) లోపలికి తెరవక పోవుటచేత పైగాలి లోనికి రానేరదు. ($క_2$)కవాకటము గొట్టములోనికి తెరవబడును గనుక గ్రాహకములోని గాలి గొట్టములోనికి చిన్నగొట్టము గుండ తలుపు తెరచుకొని ప్రవేశించును.

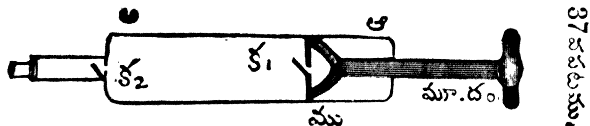
ఇప్పుడు ముషలకమును క్రిందికి నొక్కిన, అందుండు గాలి బయటికి బోవుటకు ప్రయత్నించును. కవాటకము ($క_2$) మూసికొని పోవుటచే, ఇప్పుడు గొట్టములోనున్న గాలి తిరిగి గ్రాహకములోనికి పోజాలదు. ($క_1$) కవాటకము వెలుపలికి తెరవబడును. కనుక దానిని తెరచుకొని యీగాలి బయటికి పోవును. ఆ కవాటకములోపలికి తెరవబడదు గనుక గాలి తిరిగి లోనికి రానేరదు. ముషలకమును ఒకసారి క్రిందికి త్రోసి మీదికి లాగుటవలన గ్రాహకములోని కొంతగాలి అవతలకు తీసివేయబడినది. ఈ విధముగా ముషలకమును కొన్నిసార్లు క్రిందికి మీదికి త్రోయుచుండిన గ్రాహకములోని గాలి 'రమారమి' అంతయు బయటికి తీసివేయబడును. అనగా అందలి ప్రదేశము శూన్యప్రదేశమగును.

కొన్నిసార్లు ముషలకమును వెనుకకు ముందుకు లాగిన తరువాత గ్రాహకమునందుండు గాలి మిక్కిలి కొంచెమై పోవును. దీనికి మొదటి

కవాటకమును తెరచుకొని గొట్టములో ప్రవేశించుటకు తగినశక్తి లేక పోవచ్చును. అప్పుడు అందుండు గాలిని మనము తీసివేయలేము. కనుక నే పైని 'రమారమి' యంతయు తీసివేయబడునని చెప్పబడినది. గాలిని సంపూర్ణముగా దీనివలన తీసివేయుటకు వీలులేదు.

వాతకుంభకము.

'వాతరేచకము' నందున్న కవాటకములు వెలుపలికి తెరచుటకు వీలుగానుండుటకు మారుగా లోపలికి తెరచిన నేమి జరుగును? వెలుపలికి తెరచినప్పుడు లోపలిగాలి యంతయు పైకి తీసివేయబడినది. ఇప్పుడది లోపలికి తెరచిన దానికి వ్యతిరేకమైన పని జరుగును. అనగా వెలుపలనున్న గాలియంతయు లోపలికిపోవును. ఇట్టిదానిని 'వాతకుంభకము' అందురు. 37 వపటము చూడుడు. దీనిని ఒకదానియందు గాలి నింపుటకు ఉపయోగింతురు. కాలితో తన్ను పెద్ద బంతియందలి తిత్తిలోను, ద్విచక్రశకటముయొక్క చక్రపుకట్లలోను గాలిపోయుటకు దీనినుపయోగించుట మన మెరుగుదుము.



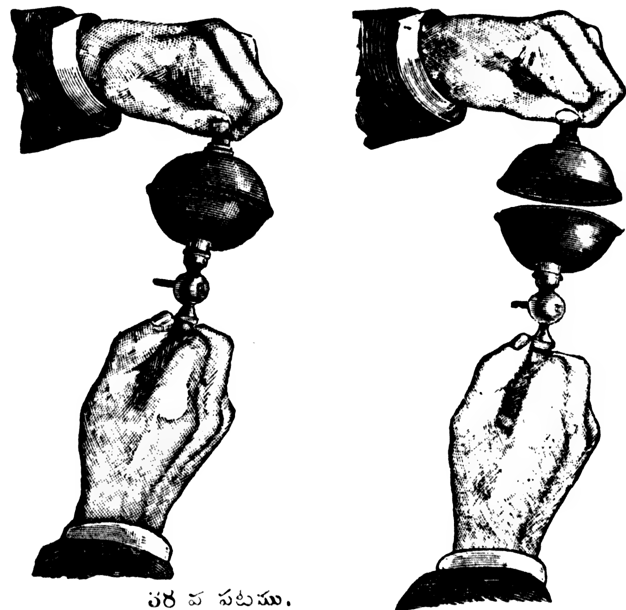
37 వ పటము.

'వాయ్వాకర్షక' యంత్రముతో కొన్ని చిన్న ప్రయోగములు.

ప్రయో 1:—వాతరేచకముయొక్క పళ్లెముమీద ఒక గ్రాహకమును బెట్టి యందలి గాలిని తీసివేసిన ఆ గ్రాహకము దానినుండి రాదు.

ప్రయో 2:—ఆ గ్రాహకములో గాలితో నింపబడిన చిన్న తిత్తిని బెట్టి గాలి తీసిన, ఆ తిత్తి పెద్దదగును. గాలి తిరిగి లోనికి పంపిన తిరిగి యథాస్థితిని పొందును.

ప్రయో 3:—రెండు గోళార్ధములను తీసికొని ఆ రెంటిని కలిపి, దాని లోపలనుండు గాలిని వాతరేచకమువల్ల తీసివేసిన ఆ రెండును అంటుకొనిపోయి విడదీయుటకు కష్టమగును. బలవంతముగా నూడదీసిన పెద్ద ధ్వని యగును.

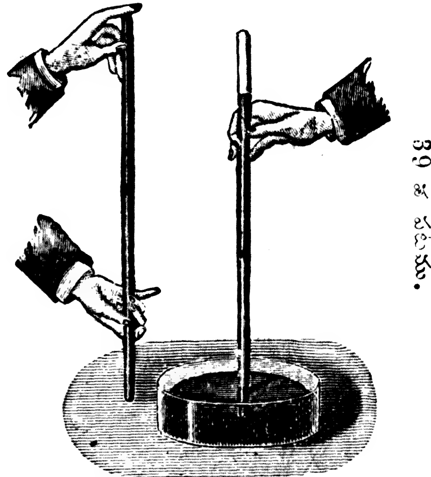

౩౮ వ పటము.

ఈమూడు ప్రయోగములును వాయువునకు పీడనశక్తి గలదని చూపుచున్నవి. ఒక వస్తువును రెండు వైపులను గాలి పీడించునప్పుడు దాని పీడనము కనపడదు. ఒక వైపుమాత్రము ఎక్కువైన నది పీడించుచున్నట్లు తెలియును.

వీనినిబట్టి గాలికి పీడనశక్తి యున్నదని నిస్సంశయముగా స్థిరపడుచున్నది. ఆశక్తి యెంతయున్నది? దానిని మనము కొలవగలమా? అని యడుగవచ్చును. దీనిని తెలిసికొనుటకు ఒక ప్రయోగము జేయవలెను.

పీడన వాయువు.

ఒక గజము పొడవుగలిగి యొక చివరను మాత్రము తెరచియున్న గాజుగొట్టమును, ఒక చిన్నగిన్నెను, పాదరసమును, సంపాదింపుము.



30 వ పటము.

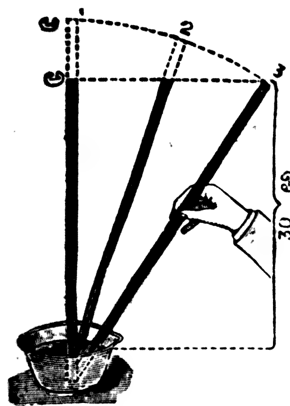
ప్రయో 1:—ఆ గిన్నెలో సగమువరకు పాదరసము పోయుము. తర్వాత గొట్టమును కొంచెము వంపుగా పట్టుకొని పాదరసముతో నింపుము. దానిమూతిని వ్రేలితో గట్టిగా మూసిపెట్టి తలక్రిందు చేసి, గిన్నెలోని పాదరసములో ముంచి బాగుగ మునిగిన తర్వాత వ్రేలును దీసివేయుము. ఇప్పుడు జరిగిన సంగతులను జాగ్రతగా పరిశీలింపుము. గిన్నెలోని పాదరసముయొక్క ఉపరిభాగమునుండి గొట్టములోని పాదరసముకొనవరకు నున్న దూరము జాగ్రత్తగా కొల్తవేయుము.

ప్రయో 2:—తర్వాత పాదరసమును తీసివేసి, ఆ గొట్టమును నీటితోనింపి పైని చేసిన ప్రకారము చేయుము. ఈ రెంటియందును గల భేదమును జాగ్రత్తగా పరిశీలింపుము.

మొదటి ప్రయోగమునందు కొంత పాదరసము గొట్టములోనుండి క్రిందికి పడిపోవును. రెండవదానియందు నీరు ఏమియు పడదు. ఈ రెంటిని నిలువబెట్టునది యేది? రెండవది యొక్కువగను మొదటిది తక్కువగను ఏలయుండవలెను? ఈ రెంటిని నిలువబెట్టునది గాలియొక్క పీడనము. అది పాదరసముయొక్క ఉపరిభాగముమీద పీడించి కొంత పాదరసమును నిలువబెట్టును.

గిన్నెలోనున్న పాదరసమును దానిమీదనున్న గాలి క్రిందికిత్రోయుచున్నందున అది గొట్టములోనుండి పైకి నెక్కును. రసమును ముప్పది యంగుళముల (760 సహస్రాంశమానముల) వరకును ఎత్తిపట్టునంతశక్తి గాలియందు గలదు. రసము మిక్కిలి బరువుగల పదార్థము గనుక గాలి దానిని ముప్పదియంగుళములవరకే యెత్తిపట్టగలదు. నీటిని రమారమి ముప్పదినాలుగు అడుగులవరకు నెత్తిపట్టును. ఇట్లు బరువైన పదార్థమును తక్కువ యెత్తువరకును, తేలికయైన పదార్థమును ఎక్కుడెత్తువరకును గొట్టములో గాలి యెత్తిపట్టగలదు. 30వ పటములో మనము తీసికొనిన గొట్టము గజముపొడవుగలది. గజమనగా 36 అంగుళములు. ఈ 36 అంగుళముల గొట్టములో రసమునింపి, దానిని చేతితోమూసి క్రిందికివంచి ప్రక్కనన్న రసముగల గిన్నెలో ముంపగా 6 అంగుళముల రసముదిగిపోయి 30 అంగుళములవరకే రసముండును. ఈ యారంగుళముల రసము దిగిపోనేల? ముప్పదియారు అంగుళముల 'రసస్తంభము' (Column of Mercury) ను ఎత్తిపట్టుశక్తి గాలికి లేదు. కావున గొట్టముయొక్క శిఖరమందు ఆరంగుళమువరకు 'శూన్యప్రదేశము' (Vacuum)అయినది. దీనికి 'టారిసెలియన్ శూన్యప్రదేశము' (Toricelian Vacuum) అని పేరు. ఎందుకనగా టారిసెలస్ అనువాడు గ్యలిలియోశిష్యుడు; అతడు మొదట ఈ ప్రయోగమును చేసిచూచెను.

సముద్రతీరమునందు వాయుమాపక మందలి రసస్తంభము 30 అంగుళములుండును; గొట్టమును వంచినగూడ నంతేయుండునా యని యడుగవచ్చును.



40 వ పటము.

వాయుమాపకనుజేసి దానిని వంపుగా నేకస్థలములయందు బెట్టుము. అట్లు బెట్టునప్పుడు రసము పైకెక్కుచున్నట్లు కనుపడును; 2వ స్థానమునందు కొంచెము శూన్యస్థలము గనుపడుచున్నది. 3 నందేమియులేదు. అయిన 1, 2, 3ల యందలి రసస్థంభముయొక్క యెత్తు సమానము. దీనినిబట్టి గొట్ట మెంత పొడవుగలిగినను రసస్తంభముయొక్క యెత్తు30 అంగుళములేయుండును. గొట్టము30 అంగుళములకంటె చిన్నదైన నందంతయు నిండిపోవును.

ఈ గొట్టమందలి రసము నిల్చుటకు కారణము వాయువుగాన నది లేనిచోట అనగా శూన్యప్రదేశమునందు పాదరసమంతయు పడిపోవును. కనుకనే వాయుమాపకను, వాతరేచకముమీద బెట్టి, గ్రాహకమొక దానిని బోర్లించి వాయువును దీసివేసిన రసము క్రమ క్రమముగా నంతయు పడిపోవును.

గాలియొక్క పీడనశక్తి యెంత?

వాయువుయొక్క పీడనశక్తి యొకచతురపుటంగుళమునకు నేడున్నరసేర్లు * లేక అయిదువీసెలు. అనగా నొక చతురపుటంగుళము మీద గాలియొక్క భార మెంత పడునని యర్థము. రెండు చతురపు టంగుళముల మీద 15 సేర్ల బలము పడును. కావున గాలి యన్యపదార్థముల నంత బలముతో నొక్కును అని యర్థము. అదెట్లు కనుగొనిరి? మనమిప్పుడు చేసిన ప్రయోగమువలన (39వ పటము) 30 అంగుళములపాదరసమును గాని 34 అడుగుల నీటినిగాని యెత్తిపట్టుశక్తి గాలికి గలదని మనకు తెలిసినది. పాద

* సేరనగా 80 తులములయెత్తుగల భారమానము.

రసము పోసినగొట్టము ఒక చతురపు అంగుళము వెడల్పుగలదిగ నుండినను, రెండు చతురపు అంగుళముల వెడల్పు గలదిగ నుండినను, మరియెంత పెద్దదిగ నుండినను, అందలి పాదరసము మాత్రము 30 అంగుళములెత్తే యుండును. గొట్ట మొక చతురపు అంగుళము ప్రమాణము కలదియని తలంచెదము. అట్లయిన నందలి పాదరసము 30 ఘనాంగుళములుండును. దానిని తూచి చూచిన నది రమారమి 15 పౌనులు లేక యేడున్నరసేర్ల యెత్తు ఉండును. కావున ప్రతిచతురపు అంగుళప్రదేశమును గాలి పదియైదు పౌనులశక్తితో నొక్కుచుండును. అట్లయిన మనయరచేతిమీద గాలియొక్క భార మెంతగలదు? అరచేయి రమారమి 16 చతురపు అంగుళములుండునని తలచిన (16 × 15 =) 240 పౌనుల (అనగా 120 సేర్లు, 48 వీసెలు, 6 మణుగుల, కావడిబరువుకంటె నెక్కుడు) బరువుతో గాలి మనయర చేతిని నణచుచున్నది! ఇక నేనుగు శరీరమును ఎంతశక్తితో నొత్తి ప్రయత్నించుచున్నదో చదువరులే లెక్కవేసి చూచుకొనియెదురుగాత. ఇంత శక్తిని మనము తెలియకుండనే యెట్లు సహించుచున్నామని చదువరు లడుగవచ్చును. అరచేతిలోనున్న రక్తాదికములబలము వెలుపలి యీగాలియొక్క శక్తిని ఆపుచున్నదనియు, రెండువైపులనుండి సమానబలముతో లాగబడుచున్నవస్తువు స్వస్థలములో నిశ్చలముగానున్నట్లు మనయరచేయి, శరీరము గాలిబలమువలన నాశముజెందక యుండును. లోపలి రక్తాదికముల బలము మనకు గాలిబలము తగ్గినచోట గానవచ్చును. పర్వతాదుల మీదికి నెక్కినప్పుడు అచ్చటిగాలి పలుచగానున్నందున వెలుపలిగాలి యొక్క బలము తక్కువయై ముక్కులోని రక్తవాహినులు పగిలి రక్తము వెలువడును. కావున గాలియొక్క పీడనశక్తియు మనకు మేలే చేయుచున్నది.

వాయుభార మెప్పుడును సమానముగా నుండునా?

పైని చెప్పిన విధమున వాయుభారము ఎల్లప్పుడును, అన్నిస్థలములందును, ఏక విధముగానే యుండునా? ఉండదు. దేశకాలములనుబట్టి

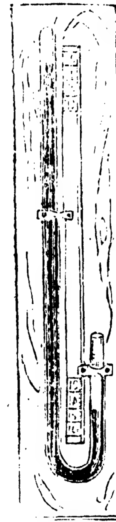
హెచ్చును, లేక తగ్గును. 39వ పటములో చూపబడిన ప్రయోగము మనము చెన్నపట్టణము, బొంబాయి మొదలయిన సముద్రతీర స్థలములలో చేసిన యెడల పాదరసము 30 అంగుళములవరకుండును. బెంగుళూరులో చేసిన నది 27 అంగుళములవరకే యుండును; ఉదకమండలములో 24 అంగుళములవరకే యుండును; హిమాలయ పర్వతముమీద రసము 8 అంగుళములవరకే యెక్కును. ఇట్లు స్థలభేదమునుపట్టి గాలియొక్క పీడనశక్తి మారును. ఇందుకు కారణమేమి? గాలి మనమున్నచోట మిక్కిలి దట్టముగను బలముగలదిగను ఉండును. ఎందుకన, దానిమీద గాలియొక్క పొరలనేకములున్నవి. మనము క్రమముగా పైకి నెక్కినకొలదిని గాలియొక్క 'పీడనశక్తి' తగ్గుచుండును. బెంగుళూరు సముద్రతీరమునకంటె 3000 అడుగులు ఎత్తుగ నున్నది. కావున పాదరసము 3 అంగుళములు దిగును. అనగా మనము 1000 అడుగులు ఎత్తుగల స్థలమునకు బోయిన పాదరసము 1 అంగుళము దిగును.

పైని వర్ణింపబడినది స్థలభేదమునుబట్టి గాలియొక్క పీడనశక్తిలో గలుగుమార్పు. కాలభేదమును బట్టియు నిట్టిమార్పు లేకలుగును. తుపానుగాలియొక్కయు, నిశ్చలవాయువుయొక్కయు, ఝంఝామారుతముయొక్కయు పీడనశక్తి యనగా నన్యపదార్థమును అణచుబలము ఒకటి కాదు. వీని శక్తులు వేరువేరుగ నుండును.

'భారమితి' యంత్రము.

(BAROMETER).

పైనివర్ణింపబడినట్లు దేశకాలములనుబట్టి మారుచుండెడి వాయువుయొక్క పీడనశక్తిని కొల్చుటకు నొక యంత్రము నిర్మింపబడినది. దానికి 'వాయుభారమితి' యంత్ర మనిపేరు. దీనికి నింగ్లీషు 'బారామిటర్' అని పేరు. కావున శబ్దసాదృశ్యమునుబట్టి దీనిని మనము 'భారమితి' యనియే వాడుదము. 'వాయుభారమితి' యంత్రమన్న దీర్ఘనామము తేపతేప నుచ్చరించుట కష్టము.



41వ పటము.

'భారమితి' 39వ పటములో చూపిన గిన్నెయు గొట్టమును కలిసి యగును. ఇది యనేకవిధముల చేయబడును; కాని అందు నొకవిధము మాత్రము వర్ణించెదము. ఈ ప్రక్క చూపబడినది యొకవిధమైన 'భారమితి'. ఇది రెండు పంగలుగ వంపబడిన యొక గొట్టము. పెద్దపంగ చివర మూయబడియున్నది. చిన్నపంగ చివర తెరవబడియున్నది. ఈ గొట్టమును నిర్వాతముగా జేసి యందు పాదరసము నింపుదురు. పెద్దపంగలో రసము రమారమి 30 అంగుళముల వరకును, చిన్నపంగలో కొంచెమును ఉండును. చిన్నపంగ తెరచి యుండుటచే నందున్న రసముమీద గాలియొక్క పీడనము ఎప్పుడును ఉండును. గాలియొక్క పీడనము అధికము కాగానే చిన్నపంగలోని రసము క్రిందికిపోవును. పెద్దపంగలోని రసము పైకెక్కును. చిన్నపంగలో నెంత తగ్గునో పెద్దపంగలో అంతే యెక్కును. ఈ యెక్కుటను తగ్గుటను కొల్చుటకై యొక యట్టమీద గుర్తులు వేసి యది యీగొట్టమునకు తగిలించెదరు. అందువలన గాలియొక్క భారము హెచ్చినది తగ్గినది సులభముగా కనుగొనవచ్చును.

'భారమితి' యందు పాదరసమునే యేల యుపయోగించెదరు? ఇతరపదార్థముల నేల యుపయోగింపరాదు? ద్రవపదార్థములన్నిటిలో పాదరసము మిక్కిలి బరువైనది. కాబట్టి యది 30 యంగుళములవరకే లేచును. కావున దానికి చిన్నగొట్టము చాలును. ఒకచోటునుండి మరియొకచోటికి తీసికొనిపోవుటకును వీలుగానుండును. దానికి బదులుగా నీటిని ఉపయోగింపవలెనన్న 34½ అడుగుల గొట్టము కావలెను. దానిని ఒకచోటునుండి మరియొకచోటికి తీసికొనిపోవుట చాలకష్టము. ఇదియుగాక ఆగొట్టములోని నీరు ఎన్ని అడుగులెత్తున్నదో చూచుట కొక నిచ్చెన

కావలెను. ఇట్టియిబ్బందులన్నియు పాదరసమును ఉపయోగించుటచే తొలగిపోవును.

భారమితి ప్రయోజనములు.

ఈ యంత్రముయొక్క ప్రయోజనములు మూడు :—

1. వాయుపీడనశక్తిని కొలుచుట.
2. పర్వతాదులయెత్తు తెలిసికొనుట.
3. వాతావరణముయొక్క స్థితిని సూచించుట.

1. మనమున్న స్థలములో సాధారణముగా గాలియొక్క పీడన మెంతమాత్ర ముండునో మనము కనుగొన వచ్చును. గాలివాన గాని ఎక్కుడు వేడిమిగాని లేని కాలమునందు పాదరస మెంత యెక్కునో యదియే యచ్చటి గాలియొక్క సాధారణశక్తి.

2. సముద్రప్రాంత మన్నిస్థలములకంటె క్రిందనుండును. అచ్చటి నుండి యితరస్థలముల యెత్తు కొల్చెదరు. బెంగులూరు 3000 అడుగుల యెత్తున నున్నది అనగా నేమి? సముద్ర తీరముపైని మూడువేల యడుగు లున్నదన్నమాట. సముద్రపుటొడ్డున 'భారమితి'లోని రసము 30 అంగుళము లుండునని మనమెరుగుదుము. అచ్చటినుండి మనము 'భారమితి'ని తీసికొని ఒకదానికంటె నొకటి యెత్తుగానుండు ప్రదేశములకు బోయిన 'భారమితి' లోని పాదరసము క్రమముగా దిగును. అట్లు రసము దిగు ప్రమాణమునుబట్టి మన మాస్థలముయొక్క యెత్తు ఇంత యుండ వచ్చునని తెలిసికొన వచ్చును. సాధారణముగా మొదటి 900 అడుగులకు రసము 1 అంగుళము దిగును; తరువాత 1000 అడుగులకు 1 అంగుళము, అందుపై 1100 లకు 1 అంగుళము దిగును. ఇంకను పైకి పోయిన కొలదిని ఎంత యెత్తుకు, గొట్టములోని పాదరస మెంతదిగునో యీక్రింద చూపబడినది.

ప్రదేశముయొక్క యెత్తు. (మైళ్లు.)		పాదరసముయొక్క యెత్తు. (అంగుళములు.)
0	(సముద్రప్రాంతము) ...	30
3	... ...	15
6	(హిమాలయ శిఖరము) ...	$7\frac{1}{2}$
10	... ...	$3\frac{1}{4}$
15	... ...	1
25	... ...	$\frac{1}{100}$
35	... ...	$\frac{1}{1000}$

3. 'భారమితి' వలన వాతావరణ స్థితిని తెలిసికొనవచ్చును. అనగా గాలిలో నావిరి యెక్కువగా నున్నదా, తక్కువగా నున్నదా, వర్షమువచ్చునా, తుపానువచ్చునా, ఉప్పెనవచ్చునా మొదలయిన యంశములు ఈయంత్రమువలన ముందుగా కనుగొని జనుల కట్టి విపత్తులవలన బాధ యేమియు లేకుండ చేయవచ్చును. ఎందుకనగా తడిగాలికి బలము తక్కువ; పొడిగాలికి బల మధికము. కావున వర్షము రానున్నయెడల గాలిబలము తగ్గి యంత్రములోని రసము దిగును. మబ్బువేసి గాలి తడిగా నున్నప్పుడు భారమితిలోని రసము పైకి లేచి యట్లేయున్నయెడల త్వరలోనే యెండవచ్చి దుర్దినము (వర్షముగలదినము) సుదినముగా మారునని భవిష్యత్తు చెప్పవచ్చును. ఎండకాలములో రసము దిగినా ఉరుములు మెరుపులు వచ్చుచున్నవని చెప్పవచ్చును.

ఎండకాలమున రస మొక్కసారి దిగిపోయిన గొప్పగాలి వచ్చుచున్నదని యర్థము. బందరులో నలువది సంవత్సరముల క్రింద ఉప్పెన వచ్చినప్పుడు 'భారమితి' లోనిరసము మిక్కిలి దిగిపోయెను. ఇట్లు అనుభవము మీదగని పెట్టబడిన కొన్నిగుర్తులనుబట్టి 'భారమితి' సహాయమున రాబోవు తుపాను మొదలయినవానిని గురించి మొదటనే భవిష్యత్తు చెప్పవచ్చును.

ఈయంత్రము సముద్రముమీద ప్రయాణముచేయు నావికులకు మిక్కిలి యుపయుక్తము. రాబోవు తుపానుసమాచారము దీని సాహాయ్యమున మొదటనే కనుగొని నావికులు జాగ్రతపడుదురు.

ఇతర యంత్రములు.

వాయువున కిట్టి పీడనశక్తి గలిగియుండుట జేసి దానిని మన మనేక విధముల నుపయోగింపవచ్చును. ఆ శక్తివలన నది యనేకపనులు చేయ గలదు. వాయుపీడనశక్తి మూలాధారమున కొన్ని యంత్రసాధనములు నిర్మింపబడినవి. అందులో ముఖ్యమైనవి మూడు:—

1. జలాకర్షక యంత్రము (Water Pump). లోతుననున్న నీటిని ఎత్తుప్రదేశములకు తీసికొనిపోవుట కిది మంచిసాధనము.

2. చిమ్మనగ్రోవి (Syringe). దీనిని పిచికారి యనియెదరు.

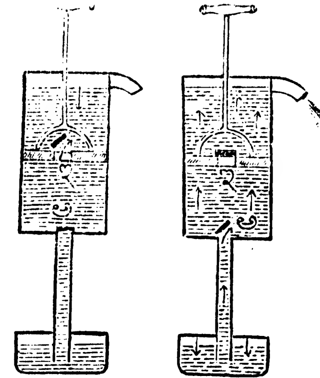
3. అంకుశనాళి (Syphon). నీటిని ఎత్తునుండి క్రిందికి దెచ్చుటకు దీనిని ఉపయోగింతురు.

జలాకర్షక యంత్రము.

(WATER PUMP.)

దిగుడు బావిలోనుండి యింటికిగాని, భూమిమీదనుండి మేడ మీదికిగాని నీరు తీసికొనిపోవలసి వచ్చినప్పుడు, నీటిని బిందెలలో నింపి మోసికొని పోయెదము. నూతిలోని నీరు చేదతోగూడ తోడుచు న్నారము. ఇట్లుగాక మరియేవిధముననైన నీటిని మీదికి లేపగలమా? బావిలోనినీళ్లు మీదికిదెచ్చు యంత్రములను మనము ముఖ్యముగా రైలుస్టేష నులయొద్ద జూచుచున్నాము. ఒకమర త్రిప్పుటవలన నూతిలోని నీరు పైకి వచ్చి యెత్తుగనున్న యొకతొట్టిలో పడును. ఇదియంతయు గాలియొక్క పీడనశక్తి మాహాత్మ్యమే. కావున నీ యంత్రముయొక్క రచనను గురించి కొంచెము వివరముగా జెప్పెదము. ఈ యంత్రమునకు జలాకర్షకయంత్రము

అని పేరు. ఈ ప్రక్కనున్న పటములను చూడుడు. అందు 42 వపటములో క్రింద జలాశయము గలదు. అందలి జలమును మనము పైకి తేవలెను. అందుకు ఈ జలాశయములో నుండి యొక చిన్నగొట్టము వేయబడినది. ఈ చిన్న గొట్టము ఒక పెద్ద గొట్టముతో కలుప బడినది. ఈ పెద్దగొట్టములో ముసల కము (Piston) ఒకటి దండము, పిడి యొక్క సాయమువలన క్రిందికి పైకి తిరుగుచుండును. చిన్న గొట్టముపెద్ద గొట్టము కలిసినచోట ద్వారము కలదు. ఆ ద్వారమును మూయుటకు 'అ' అను చిన్న కవాటక (Valve) మొకటి



42 వ, 43 వ పటములు.

తెరవబడునే కాని క్రిందికి తెరవబడదు. ఈకవాటకము 42వ పటములో మూయబడి యున్నది; 43 వ పటములో తెరవబడియున్నది. పెద్దగొట్ట ములోనున్న 'ముసలకము'లో మరియొక ద్వారమును, దాని మూయుటకు ఒక 'కవాటకము' 'ఇ' అనునదియు ఉన్నవి. ఈ కవాటమును పైకే తెర వనగును; క్రిందికి తెరవ వీలుపడదు. 'ఇ' అనునీకవాటకము 42 వ పట ములో తెరచియున్నట్లును 43వ పటములో మూసియున్నట్లును చూప బడినది. ఇది యంత్రముయొక్క రచన. ఇక నీయంత్రము నీళ్లను జలా శయమునుండి యెట్లు తోడునో చూచెదము.

సన్న గొట్టముయొక్క క్రిందిచివర జలాశయములోని నీళ్లలో మునిగియున్నది. మొదట సన్నగొట్టమును పెద్దగొట్టమును గాలితో నిండి యున్నవనియు, రెండుకవాటకములు మూసి యున్నవనియు, ముసలక ము పెద్దగొట్టముయొక్క పైభాగమందున్నదనియు అనుకొందము. పిడి పట్టుకొని ముసలకమును క్రిందికి త్రోయుము. ఆ ముసలకమును పెద్ద గొట్టముయొక్క క్రింది భాగమువరకు, అనగా 'అ' అను కవాటకము

వరకు, రానిమ్ము. అప్పు డేమగును? పెద్దగొట్టములోని గాలికి మిక్కిలి 'యొత్తుడు' కలిగినందున అది 'ఇ' అను కవాటకమును తెరచుకొని వెలువడును. ఆ గాలియంతయు వెలువడిపోయిన తరువాత 'ఇ' కవాటకము మూసికొనిపోవును. అందుండి వెలుపలనున్న గాలి పెద్దగొట్టములోనికి రాజాలదు. ఏలయన అది పైకి తెరవబడునే కాని, లోనికి తెరవబడదు. ఇట్లు పెద్దగొట్టములోని గాలినంతయు దీసివేసి దానిని మనము శూన్యము చేసితిమి. ఇక ముషలకమును పైకిలాగుము. అప్పు డేమగును? ముషలకము క్రిందనున్నంతవరకు దానిబరువుచే 'అ' అను కవాటకము మూయబడి యుండును. కాని ముషలకమును పైకిలాగినతోడనే, పెద్ద గొట్టములో గాలిలేనందున సన్నగొట్టములో నున్నగాలి 'అ' కవాటకమును తెరచుకొని పెద్దగొట్టములో ప్రవేశించును. అంత 'అ' కవాటకము మూసికొని పోవును. సన్నగొట్టము శూన్యప్రదేశ మగును. అనగా అందు గాలి ఉండదు. ముషలకమును మరల నొక్కసారి క్రిందికి త్రోసినయెడల పెద్దగొట్టములోనున్న గాలియు వెడలిపోవును. ఇట్లు పెద్దగొట్టములో నుండియు సన్నగొట్టములోనుండియు గాలి వెడలగొట్టబడినది. ఇదివరకు జరిగిన కార్యమంతయు వాయ్వాకర్షక యంత్రములో జరిగిన పనియే. కావున జలాకర్షక యంత్రములన్నియు వాయ్వాకర్షక యంత్రములనియూ చెప్పవచ్చును.

ఇక జలమెక్కువిధము చూతము. ఇప్పుడు వర్ణించినంత వరకు రెండుగొట్టములలో గాలిలేదు; ముషలకము పెద్ద గొట్టము యొక్క క్రిందిభాగమం దున్నది. సన్నగొట్టములో నేమున్నది? జలమున్నది. అది యందులోని కెట్లు వచ్చెను? సన్నగొట్టములో గాలియున్నంతవరకు జలాశయములోని నీరు అందు కెక్కనేరదు. ఎందుకనగా, లోపలిగాలియొక్కయు, వెలుపలిగాలియొక్కయు పీడనశక్తి సమానమైనందున నీరు స్వస్థలమందు నిశ్చలముగా నుండును. కాని సన్నగొట్టములోని గాలి పోయినతోడనే వెలుపలిగాలి జలాశయములోని నీటిని ఆగొట్టములోనికి త్రోయును. కావున నీరు సన్నగొట్టములోనికెక్కి 'అ' అను కవాటకము

వద్ద నున్నది. ఆకవాటకముమీద ముషలక మున్నందున దానిని తెరవలేక కష్టపడుచున్నది. కావున ముషలకమును మీదికి లాగుము. అప్పుడు 'ఇ' కవాటకము మూసికొని యుండును. 'అ' కవాటకమును తెరచుకొని సన్నగొట్టములోని నీరు పెద్దగొట్టములో నిండుచున్నది. 42 వ పటము చూడుము. ముషలకమును మరల క్రిందికి త్రోయుము. అప్పుడు 'అ' కవాటకము మూసికొని పోవును. పెద్దగొట్టములోనినీటికి ఒత్తుడు ఎక్కువయైనందున అది 'అ' కవాటకమును తెరచుకొని పెద్ద గొట్టమునకు గల మూతిలో నుండి వెలువడును. ఇట్లు ముషలకమును క్రిందికి మీదికి త్రిప్పుచుండిన యెడల మనకు గావలసినంతనీరు జలాశయములోనుండి మీదికి తేవచ్చును.

42వ పటములో ముషలకము క్రిందికి పోవుచున్నప్పటి 'కవాటకముల' స్థితియు, 43 వ పటములో ముషలకము మీదికి పోవుచున్నప్పటి 'కవాటకము'ల స్థితియు చూపబడినది. అందువలన నీరు పైకెక్కు విధము తెలియగలదు.

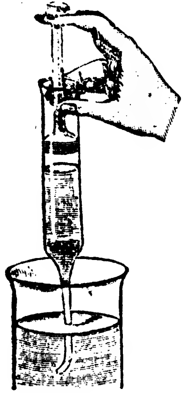
గాలియొక్క 'పీడనశక్తి' నీటిని 34 అడుగుల వరకుమాత్రము మీదికెత్తగలదు. కావున ఈయంత్రములవలన నీరు 34 అడుగులకంటె పైకెక్కదు. గాలిలేనిస్థలములో నీరు మీది కింతమాత్రమును ఎక్కదు.

పైని వర్ణించిన విధమున ఈయంత్ర సాహాయ్యముచే నీళ్లనేగాక యితర ద్రవపదార్థములగూడ పైకి లేవనెత్తవచ్చును. పాదరసము నెత్తవలెననిన 30 అంగుళములకంటె నెక్కువ మీదికి నెత్తుటకు వీలులేదు. నీటికంటె తేలికయైన నూనె మొదలగు పదార్థములు 34 అడుగులకంటె నెక్కుడెత్తువరకు లేచును.

చిమ్మనగ్రోవి.
(SYRINGE.)

వసంతాదు లాడుటకు మన పిల్లవాండ్రు చిమ్మనగ్రోవుల (చిమ్మనగొట్టముల) నుపయోగించుచున్నారు. ఈగొట్టముల రచనయేమి? అందు

నీరెట్లు వచ్చును? ఒకమూరెడు బొంగుగొట్టము తీసికొని దానికి నొక వైపు మూతితెరిచి, మరియొకవైపు మూతిమూసి యందు నొకచిన్నచిల్లి చేయుదుము. సన్నమై, పొడుగుగనుండు ఒక కఱ్ఱదీసికొని దాని చివర గుడ్డలు చుట్టి గొట్టములో గట్టిగ దూరునట్టి బిరడగా చేయుదుము. ఈబిరడ యీకఱ్ఱ మూలకముగా గొట్టములో మీదికి క్రిందికి తిరుగుచుండును. ఈబిరడయే 'ముషలకము'; దానిని మీదికి క్రిందికి త్రిప్పుకఱ్ఱ 'ముషలదండము' ఇందు కవాటకములు లేవు. ఇది యీచిమ్మనగ్రోవియొక్క రచన. ఇక నీళ్ళు మీది కెట్లెక్కునో చూచెదము.



44వ పటము.

గొట్టముయొక్క మూతిని అనగా సన్నచిల్లియున్న భాగమును క్రిందికి వంచి నీళ్లలో నుంచుము. బిరడ క్రిందనున్న దనుకొందము. బిరడపైన అనగా గొట్టము తెరిచియున్న భాగమున గాలిగలదు. బిరడ గట్టిగ మున్నందున అందుండి గాలి లోనికి రాజాలదు. ముషలదండమునుపట్టి బిరడను మీదికి లాగుము. గొట్టములోనిగాలిని బిరడ వెనుకకు వెనుకకు త్రోయుచు పోవుచున్నందున గొట్టము, అనగా బిరడకును మూతికిని నడుమున్నభాగము, గాలిలేనిస్థల మగును. పాత్రలోని నీళ్ళమీద గాలిపీడన మున్నందున నది గొట్టములోని నిర్వాతప్రదేశములోనికి నెక్కును. 44వ పటము చూడుము. తరువాత గొట్టమును వెలుపలికితీసి ముషలకమును క్రిందికి నొక్కినయెడల లోనినీరు సన్నధారగా దూరమువరకు పోవును. ఇది చిమ్మనగ్రోవియొక్క రహస్యము.

మనము కిరసన్ ఆయిల్ అనబడు నూనెను డబ్బాలలోనుండి వెలుపలికి దీయునిమిత్తమై యుపయోగించెడి బొంబాయియను సీనారేకుగొట్టములును ఇట్టివియే. వానిద్వారా నీటికిబదులు నూనె పైకెక్కును. అందు

మనము క్రిందికి మీదికి త్రిప్పునది ముషలదండము; అది క్రిందనున్న గుండ్రని సీనారేకుతో చేయబడిన ముషలకమునకు అంటియున్నందున దానిని పైకి క్రిందికి త్రిప్పును.

తామరకాడలతో నాట.

కలువలుగల యొక చెరువునొద్దకుబోయి, కాడలనులాగి, ఒకకొన నీటిలోను మరియొకకొన నోటిలోను పెట్టుకొని బాలురు పీల్చిన, దానిలోనుండి నీరు వారి నోటిలోనికి వచ్చుచున్నది. ఈ యాట తామరకొలను గల ప్రతి గ్రామములోని కుఱ్ఱవాండ్రు ఆడుకొనునదియే. కాని నీరు కాడద్వారా నోటిలోనికి నెట్లువచ్చునని యెవరైన విచారించినారా? కాడ బోలుది. అందు గాలియుండును. నోటితో పీల్చిన తోడనే యందలి గాలియంతయు మన నోటిలోనికివచ్చి యది వాయుశూన్య మగును. కావున నీరు అందు నెక్కును.

అంకుశనాళి.
(SYPHONE.)

ఇదివరకు భూమిమీదనుండి యెత్తుప్రదేశమునకు నీటిని తోడుసాధనము వర్ణింపబడినది. నీటిని పైనుండి క్రిందికి దీసికొనివచ్చుమార్గముగూడ మనకు కొన్నిసమయములందు నవసరమగునుండును. బాలురు రెండు గొట్టములను కోణము ఏర్పడునట్లుగా చేర్చి ఒక చివరను నీటిచెంబులో పెట్టి రెండవ చివరనుండి నోటితో నందలి గాలిని పీల్చి విడచిపెట్టిన, నీరుగూడ బయటికివచ్చి ఆగిపోక ప్రవహించుచునేయుండుట మన మెరుగుదుము. ఇప్పుడు రెండవ చివరను ఒక చెంబు పెట్టిన మొదటిచెంబులోని నీరు రెండవదానిలోనికి వచ్చును. దానినిబట్టి ఒకచోటునుండి నీటిని మరియొక చోటికి తీయుసాధన మున్నదని తెలియును. దీనినికొన్ని ప్రయోగములవలనబాగుగా తెలిసికొనవచ్చును.



45వ పటము.

(1) 45 వ పటమునందు చూపబడినటువంటి ఒక గొట్టమును సంపాదించి, ఒక చివరను నీటిలో బెట్టి రెండవ చివరను నీటి ఉపరిభాగముకంటె ఎత్తుగా బెట్టి, నోటితో నీటిని పీల్చి విడిచిపెట్టుము.

(2) నీటి యుపరిభాగమును, రెండవచివరను, సమానముగా బెట్టి నీటిని పీల్చి విడిచిపెట్టుము.

(3) నీటి యుపరిభాగమును, రెండవ చివరకంటె ఎత్తుగా నుంచి నీటిని పీల్చివిడిచిపెట్టుము.

(4) 3లో నీరు ఎంతవరకు వచ్చువరకు ప్రవహించుచుండునో చూడుము.

పై ప్రయోగములవలన, (1), (2) లయందు నీరు వెలుపలికి ప్రవహింపదని తెలియును. అనగా రెండవచివర నీటి యుపరిభాగముకంటె నెత్తుగా నున్నప్పుడు నీరు ప్రవహింపదు. అవి రెండును సమానముగా నున్నను ప్రవహింపదు.

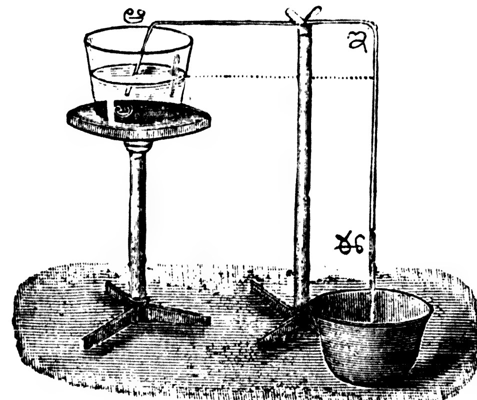
(3) వలన, రెండవచివర నీటియుపరిభాగముకంటె తక్కువ యెత్తుగా నున్నప్పుడు ప్రవహించునని తెలియును.

(4) వలన, ఈ రెండును సమానమైన యెత్తునవచ్చినప్పుడు నీరు ప్రవహించుట ఆగిపోవునని తెలియును. అనగా (2) వ ప్రయోగమునందు జరిగినదే జరుగును; వీనినిబట్టి నీటిని ప్రవహించునట్లు చేయుటకు కావలసిన యంశములను తెలిసికోవచ్చును. అవి యేవనగా:—

'నీటి యుపరిభాగముకంటె రెండవకొన తక్కువ యెత్తుగా నున్నప్పుడుమాత్రమే నీరు ప్రవహించును'.

ఈ సాధనమును 'అంకుశ నాళి' అని చెప్పుదురు. నీటినే గాక, మరియే ద్రవపదార్థములైనను ఒకచోటునుండి మరి యొకచోటికి దింపవలసివచ్చినప్పుడు దీనిని ఉపయోగింపవచ్చును.

ఇప్పుడు ఈ నీరు ఇట్లు ఏల ప్రవహించుచుండవలెనని యడుగ వచ్చును. అది కొన్ని సమయములయందు ఏల ప్రవహింపదనిగూడ నడుగ వచ్చును.



46 వ పటము.

నీరు ప్రవహించునట్టి స్థితిని విచారింతము. 46వ పటముచూడుము. ఇపుడు 'అఆ' అను గొట్టముకంటె, 'ఇఈ,' పొడుగుగానుండును. ఈ ప్రపంచమునందున్న ప్రతివస్తువును వాతావరణము (గాలి) పీడించుచున్న దనుసంగతి మన మెరుగుదుము. ఇప్పుడు, అది, నీటి యుపరిభాగముమీదను 'ఇఈ' గొట్టముయొక్క చివరను పీడించుచున్నది. అనగా పైనున్న తొట్టిలోని నీటిని క్రిందికి త్రోయుచున్నది. 'ఇఈ' గొట్టములో నీటిని 'ఈ' అను చివరనుండి పైకి నెత్తిపట్టుచున్నది. 'ఈ' చివరను నోటిలో పెట్టుకొని గాలిని పీల్చినప్పుడు 'అఆ, ఇఈ' యందు, అనగా గొట్టమంతటను, నీరు ప్రవేశించును. అనగా నీటి యుపరిభాగమును, గాలి పీడించి రెండవ చివరనుండి యావలికి పోవునట్లుజేయును. అది యీ రెండుచోట్లను సమానమైనశక్తితో పీడించునా? లేక యెక్కువతక్కువ శక్తితో పీడించునా? 'అఆ' రెండడుగులును, 'ఇఈ' 4 అడుగులును ఉండిన; 'అఆ' యందు నీరునిలుచునట్లు చేయుటకు కొంత వాయుపీడనశక్తి కావలయును.

అక్లో 'ఇ-ఈ' యందు నీరు నిలుచునట్లు చేయుటకుగూడ శక్తిగావలయును. అది ఎక్కువ పొడవుగా నుండుటచే ఎక్కువశక్తి గావలయును. అనగా వాయువునకుగల పీడనశక్తిలో నీటిమీదకంటె గొట్టముచివర నెక్కువ శక్తిని ప్రయోగింపవలయును. కాబట్టి మిగిలినశక్తి నీటిమీద, గొట్టము చివర (ఈ)కంటె నెక్కువగా నుండును. కావున నీటి యుపరిభాగము ఎక్కువగా పీడింపబడుటచే నీరు అచ్చటనుండి రెండవ చివరవైపునకు ప్రవహించును. గొట్టములు రెండును సమానముగా నున్నప్పుడు రెండును సమానముగా పీడింపబడుటచే, నీరు ఏవైపునకును ప్రవహింపదు. రెండవ చివర తక్కువ ఎత్తుగానున్నప్పుడు నీరు వెలుపలికి ప్రవహింపక లోపలికి ప్రవహించును.

పదునొకండవ అధ్యాయము.

ద్రవపదార్థముల ధర్మములు.

ద్రవపదార్థములన నెట్టివియో, వానిముఖ్యమైన గుణము లెవ్వియో 8 వ అధ్యాయమున కొంత చెప్పబడినది. వానిని గూర్చి యిప్పుడు ఎక్కువగా విమర్శింపవలయును.

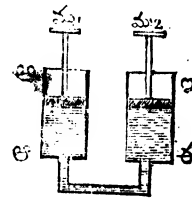
వానికి స్వయముగా ఆకారము లేదు. అవి దేనియందుండిన దాని 'ఆకారము'ను దాల్చును. కాని వానికి 'పరిమాణము' నందు భేదము గలుగదు. ఇది యొక ప్రయోగమువలన తెలియనగు.

ద్రవములు దుస్సంకోచ్యములు.

ప్రయో:— రెండు సమానమైనగొట్టములు (అఆ, ఇఈ) మరియొక చిన్న గొట్టమువలన కలిసియున్నవి. ఆ రెంటిని 'స్థూపక' ములందురు. స్థూపకమనగా గొట్టమని యర్థము. వానిలో రెండు సమానమైన 'ముషలకము' (Piston) లున్నవి. వానిలో

నీరుపోసి, ఒక ముషలకమును క్రిందికి నొక్కిన రెండవది పైకి లేచును. ఒకటి 1 అంగుళము దిగిన, రెండవది 1 అంగుళము లేచును. అనగా అందలి నీటికిగల పరిమాణమునందు ఏమియు భేదము గలుగ లేదు.

ఒక ముషలకమును కదలకయుండునట్లుచేసి, రెండవదానిని నొక్కుట కెంత ప్రయత్నము చేసినను నొక్కలేక పోదుము. దీనిని బట్టినీరు 'అసంకోచ్యము' అనగా కొంత పరిమాణము గలదానిని తక్కువ పరిమాణముగల దానినిగా జేయుటకు వీలులేనిదని తెలియును. ఇట్టి గుణము నీటికేగాక అన్నిద్రవపదార్థములకునుగలదు. అట్టిగుణమును 'అసంకోచ్యత' అనవచ్చును.



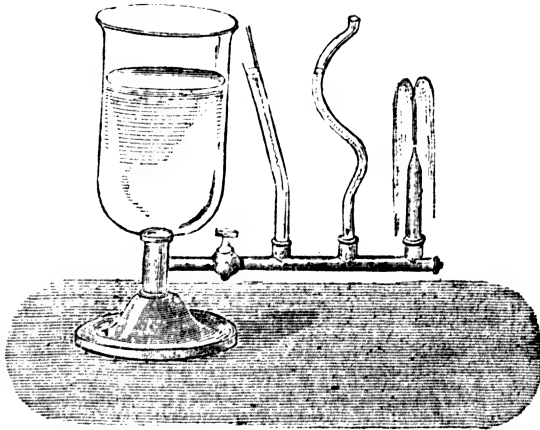
47 వ పటము.

నీరు ప్రవహించును. అట్లు ప్రవహించుటలో అది యెత్తునుండి పల్లమునకు ప్రవహించుచు. అది ఎంతవరకు ప్రవహించుననగా రెండు ప్రదేశములయందలి నీటియుపరిభాగము సమానమైన యెత్తుకు వచ్చువరకు ప్రవహించును. అందువలనే, నదు లెప్పుడును ఎత్తయిన ప్రదేశములలో బుట్టి పల్లపుభూములకు ప్రవహించును.

ద్రవపదార్థముల యుపరిభాగము క్షితిజమునకు సమాంతరముగా నుండును.

ద్రవపదార్థములలో నొక్కటియగు నీటిని గురించి విచారింతము. నీటియొక్క యుపరిభాగము (Surface) క్షితిజమునకు (Horizon) సమాంతరముగా (Level) నుండును అనగా నేమి? నీళ్ళు మట్టముగా నుండునుఅని యర్థము. ఒకగిన్నెలో కొంతయిసుకపోసిన నదియొకవైపున నెత్తుగను, మరియొకవైపున వంపుగను ఉండును. ఈయిసుక తీసివేసి యందు కొంచెము నీరు పోయుము. నీటియొక్క యుపరిభాగము సమాన

మైనయెత్తును గలిగియుండునే గాని, ఒకవైపు నీరు ఎత్తుగను ఇంకొక వైపు నీరు తగ్గుగను ఉండదు. స్థిరముగానున్న నీటియొక్క యుపరిభాగమందు హెచ్చుతగ్గులు, మిట్ట పల్లములు, అన్నమాట యుండదు. ఒక గిన్నెలోనున్న నీరుగాని, పది యిరువదిమైళ్ల వైశాల్యముగల కొల్లేరులోని నీరుగాని, వేలకొలది చతురపుమైళ్ళ వైశాల్యముగల సముద్రపునీరుగాని సమానమైన యెత్తుగలిగే యుండును. ఈయంశమునే శాస్త్రీయభాషలో 'నీటియొక్క యుపరిభాగము క్షితిజమునకు సమాంతరముగా నుండు' ననియెదరు. మనము సామాన్యభాషలో 'నీటియుపరిభాగము మట్టముగా నుండును' అని చెప్పవచ్చును. నీటిమట్టమును రుజువుపరచు ప్రయోగమొకటి చేయుదము.



48 వ పటము.

పెక్కు వంకరలుకలిగిన నాల్గుగొట్టములు ఒకగొట్టముచే కలిసియున్నవి. అందు నొక గొట్టములో మీదివరకు నీరుపోయుము. ఆనీరు మిగిలిన మూడుగొట్టములలో నదే యెత్తువరకు వచ్చును. నాల్గవ గొట్టము ఇతర గొట్టములకంటె చిన్నది. కావున అందులోని నీరు ఇతరగొట్టముల

లోని నీటి యెత్తువరకు నెగురును. ఈ ప్రయోగము పాదరసము, నూనె మొదలయిన యితర ద్రవపదార్థములతో చేయవచ్చును. కావున ద్రవపదార్థముల యుపరిభాగము మట్టముగా నుండును. ఇట్లు మట్టముగా నుండుటకు వీలులేనప్పుడు ద్రవములు క్రిందికిక్రిందికి ప్రవహించును. మరల నొక్కచో నిలిచి మట్టముగువరకు నవి యట్లే ప్రవహించుచుండును. నదులు క్రిందికి క్రిందికి ప్రవహించి తుదకు సముద్రములోపడి మట్టమగును.

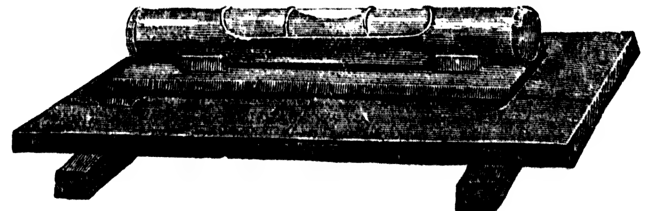
నీటి యుపరిభాగము మట్టముగా నుండువను ధర్మము ననుసరించి వ్యవహారోపయోగములగు యంత్రములు కొన్ని నిర్మింపబడినవి.

మిట్ట పల్లములను తెలుపు యంత్రము.

ఇంటి కుపయోగించెడు రాళ్ళు, మెట్లు, ఇంటిలోని బల్లలు, దూలములు మొదలయినవి సమానమైన మట్టముగా నున్నవా లేక యొకవైపు వంపుగను, మరియొకవైపు ఎత్తుగను, ఉన్నవాయని కనుగొనుటకు ఈయంత్రము నుపయోగింతురు. ఒకవైపు మూసియున్న చిన్న గాజుగొట్ట మొకటి తీసికొని యందు సారాయినింపి ఒక చుక్క తక్కువగా నుంచుదురు. అనగా ఆచుక్క కానవచ్చు స్థలములో గాలియొక్క బుగ్గ యుండును. తరువాత ఆగొట్టముయొక్క రెండవచివర వెచ్చచేయబడి మూసివేయబడును. 49వ పటముచూడుము. ఇట్లు మూయబడిన గాజుగొట్టములో



49 వ పటము.



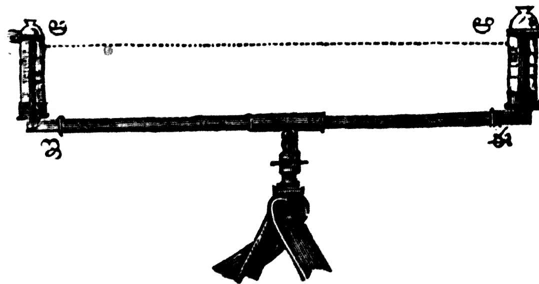
50 వ పటము.

నంతయు సారాయును నడుమమాత్రము చిన్నచుక్కవలె గాలిబుగ్గయు నుండును. ఈ గాజుగొట్టము పగులకుండ ఇత్తడిగొట్టములోపెట్టి దానినొక చిన్నబల్లమీద మేకులతో నతికించెదరు. 50వ పటము చూడుము. దీనికి 'సారామట్టపు యంత్ర' (Spirit Level) మనిపేరు. దీనివలన పదార్థము ఎచ్చుతక్కువగా నున్నది లేక మట్టముగానున్నది తెలియును. అదెట్లు? ఈ యంత్రమును ఒక బల్లమీద పెట్టుము. ఆబల్ల యొక వైపు ఎత్తుగను, మరి యొక వైపు వంపుగను ఉన్నయెడల, ఈ యంత్రములోని గాలిబుగ్గ ఎత్తు వైపునకు బోయి యటు ఎత్తని తెలుపును. బల్ల మట్టముగా నున్నయెడల యంత్రములోని గాలిబుగ్గ యంత్రమునకునడుమ చెరిసగముగ నుండును. ఇళ్లే మెట్లుకట్టునప్పుడు, దూలము లమర్చునప్పుడు అవి తిన్నగా నమర్చ బడినవా లేదా యని కనుగొనుటకు నీయంత్రము మిక్కిలి యుపయుక్తము.

నీటిమట్టపు యంత్రము.

(WATER- LEVEL.)

ఈ యంత్రపు సాయమున, మనమున్న స్థలముకంటె దూరముగా నున్న యొకానొక స్థలము ఎత్తుగా నున్నదా లేక తగ్గుగా నున్నదా, ఎత్తుగానున్నయెడల నెంత యెత్తుగనున్నది అను విషయములు తెలియును. 51 వ పటము చూడుము. 'ఇఈ' యను ఒక గొట్టముయొక్క రెండు

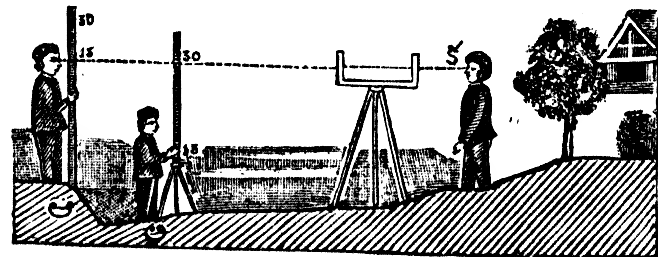


51 వ పటము.

చివరలను 'అ' 'ఆ' అను రెండు నిలువు గొట్టములు కలవు. ఆ గొట్టములో నీరుపోసిన యెడల నది 'అ' 'ఆ' అను రెండు గొట్టములలో సమానమైన

యెత్తుననుండును. కావున 'అ' అను గొట్టములోని నీటిమీద కన్నుపెట్టి 'ఆ' అను గొట్టమువైపు దృష్టిచాచిన నది 'అఆ' అను రేఖమార్గమున ప్రస రించును. అనగా 'అ ఆ' రేఖయంత యెత్తుననున్న వస్తువులు మాత్రము చూచువారికి గానవచ్చును. 'అ ఆ' రేఖకు పైనిగాని క్రిందగాని యున్న వస్తువులు కానరావు. ఇది యీ యంత్రముయొక్క రచన. ఇక దీనిని ఎట్లు ఉపయోగించెదరో చూతము. 52 వ పటము చూడుము.

ఈ యంత్రమును మూడుకాళ్లమీద నిలువబెట్టి యొకడు ఒక గొట్టములోనుండి చూచుచుండును. వానికెదుట 'అ' అను స్థలమున ఒక కొల్తబద్దను తీసికొని మరియొక మనుష్యుడు నిలువబడును. ఈబద్దమీద నల్లగను, ఎర్రగను పెద్ద యంగుళపు గుర్తులు వేయుబడినవి. యంత్రములో నుండి చూచువానికి ఈ బద్దమీది 30వ గుర్తు కానవచ్చిన దనుకొనుము. తరువాత నాబద్దను 'ఆ' యను చోటికి గొంపోవును. అచ్చటినుండి చూడగా 15వ గుర్తు కానవచ్చిన దనుకొనుము. అప్పుడీ రెండు స్థలముల కును 18 అడుగుల భేదమనియు, 'ఆ' అను స్థలము 'అ' అను స్థలమున కంటె 15 అడుగు లెత్తుగనున్నదనియు, కనుగొనవచ్చును. ఇట్లు ఈ యంత్రము రోడ్లుమొదలైనవి సర్వేచేయుటకు ఉపయోగించును.



52వ పటము.

పట్టణములలోని నీటిగొట్టములు.

చెన్నపట్టణము మొదలయిన పట్టణములలో నింటింట నొకయిత్తడి గొట్ట ముండుటయు, మరత్రిప్పగనే యందుండి నీరువచ్చుటయు, మనము

చూచున్నారము. ఈనీ రెచ్చటనుండి యెట్లు వచ్చును? పట్టణముకంటె నెత్తుగనుండు స్థలమున ఏటి నడ్డగించి యైనను, లేక చెరువులో నైనను నీటిని సంగ్రహముచేయుదురు. అందుండి పెద్ద గొట్టముద్వారా నీటిని పట్టణమునకుదెచ్చి, చిన్నచిన్న గొట్టముల ద్వారా యింటింటికి దీసికొని పోయెదరు. జలసంగ్రహము చేసినచోట నీ రెంతయెత్తుండునో అంత యెత్తువరకు నీరు ఇండ్లలోని గొట్టములలో నెక్కి మరత్రిప్పినతోడనే ప్రవహించును. గొట్టముయొక్క యెత్తు జలాశయము యొక్క యెత్తునకంటె నెక్కువగనున్నప్పుడు నీరు పైకెక్కదు.

నీటి పీడనశక్తి.

ప్రయో: 2—ద్రవపదార్థములు బరువు కలిగియుండుటచేత, వానికిని పీడనశక్తి గలదు. రాతిని నీటిలో జారవిడిచిన ఆ రాతిని నీరు అన్ని వైపుల నుండి పీడించును, అనగా ఒత్తును. మన చేతిని నీటిలో ముంచిన మనచేతిని అది నొక్కుచున్నట్లు తెలియును. మనము నీటిలో మునుగుటకు ప్రయత్నించిన కొంతదూరము మునిగి, తరువాత మునుగలేక పోదుము. అనగా శరీరమును నీరు పీడించి పైకి త్రోసివేయుచున్నది. చేదను నీటిలో వైచినప్పుడు, అది నీటిలో మునిగియున్నంతవరకు దానిబరువు మనకు అంతగా కనుపడదు. నీటినుండి పైకి వచ్చినప్పుడు బరువు ఎక్కువైనట్లు కనుపడును.

నీటిని అడుగుదిట్టముగాలేని యొకగిన్నెలోపోసి యెత్తిన దాని అడుగు ఊడిపోవును. నీటిని ఒక చెంబులోపోసి దానిప్రక్కలను చిల్లులు పొడిచిన, ఆ చిల్లులనుండి నీరు బయటికి వచ్చును. దీనినిబట్టి నీటికి అన్నివైపులను పీడింపగలశక్తి యున్నదని తెలియుచున్నది.

చేదను పైకి నెత్తివేయుటలో పైకి పీడించుచున్నది. అనగా నీరు 'ఊర్ధ్వపీడనము' గలిగియున్నది; గిన్నె అడుగును గొట్టుటలో నున్ననీరు క్రిందికి పీడించుచున్నది; అనగా 'అవపీడనము' లేక 'అధోపీడనము గలిగియున్నది. ప్రక్కలకు నీటిని చిమ్ముటలో 'తిర్యక్పీడనము' గలిగియున్నది, అనగా ప్రక్కలను పీడించుచున్నది.

ఇప్పుడు 'పీడనము' నీటియందు అన్నిచోట్లను సమానముగానుండునా లేక హెచ్చుతక్కువగా నుండునాయని యడుగవచ్చును. మనము చేదను నీటిలోముంచి, త్రాడు చేతితోపట్టుకొని క్రమక్రమముగా జారవిడిచిన, దానిబరువు క్రమక్రమముగా తగ్గుచున్నట్లు కనుపడును. అందు నీరుమిక్కిలి లోతుగానుండిన, చేదయొక్క బరువు ఏమియు లేనంతవరకునుగూడ విడిచిపెట్టవచ్చును. ఇప్పుడు దానిని పైకిలాగిన క్రమక్రమముగా బరువు హెచ్చి, నీటినుండి పైకివచ్చినప్పుడు దాని నిజమైన బరువంతయు చేతికి తెలియును. కాబట్టి లోతు హెచ్చినకొలది, జలపీడనము హెచ్చుచుండును. ఇట్లే వాతావరణమునందుగూడ జరుగుచున్నట్లు మనకు దెలియును. భూమిమీద వాతావరణము (Atmosphere)యొక్క పీడనము మిక్కిలి అధికమై ఎత్తునకు పోయినకొలది పీడనముతగ్గుచుండును. దీనినిబట్టి లోతు హెచ్చినకొలది పీడనము హెచ్చునని తెలియును. అందువలననే లోతునీటిలోమునిగియున్న చేదబరువు కనుపడదు. దీనిని ఒక ప్రయోగమువలన బాగుగా తెలిసికొనవచ్చును. 53వ పటము చూడుము.

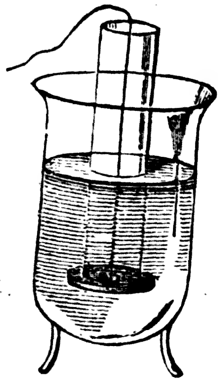
ప్రయో 3:—రెండువైపులను తెరచియున్న యొక గాజుగొట్టమును సంపాదించి, దానికి సరిపోయిన యొక పల్చనిరేకుతో అడుగును చేయుము. దానికి మధ్యనుండి యొక దారముకట్టి గొట్టమునుండి తీయుము. ఇప్పుడు దానిని గొట్టమునకుచేర్చి గట్టిగా త్రాటిని పట్టుకొని

(i) నీటి ఉపరి భాగమునకు తాకినట్లు ముంచి త్రాటిని విడువుము.

(ii.) లోతుగా ముంచి త్రాటిని విడువుము.

(iii.) ఎక్కువ లోతుగా ముంచి త్రాటిని విడువుము.

ఇప్పుడు (ii,)(iii)లలో అడుగు పడిపోదు. (i)లో పడిపోవును.



53 వపటము.

అనగా (ii) (iii) లలో లోతుగా నున్నప్పుడు నీటికిగల ఉత్పీడనశక్తి దానిని భరింపగలదనియు, మొదటి దానిలో దానికి శక్తి లేక పోవుటచే అడుగు పడిపోవుననియు తెలియుచున్నది. 53 వ పటము చూడుము. కాబట్టి లోతు హెచ్చిన కొలది పీడనము హెచ్చుచున్నదని ప్రయోగ మూలమున తెలియుచున్నది.

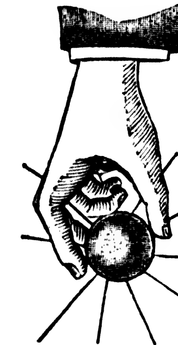
ఒక అడుగు లోతులో కొంతపీడన ముండిన, రెండు అడుగుల లోతులో రెట్టింపు, 3 అడుగులలో 3 రెట్లు, ఈవిధముగా నుండును. అనగా లోతునకును, పీడనమునకును, అనులోమాను బంధము గలదు. అనగా రెండును హెచ్చుటగాని తగ్గుటగాని ఒకసారిగా గలుగును.

ప్రయో:4—రెండవ ప్రయోగమునందు గొట్టములోపల నీరు పోయుము. ఎంతవరకు పోసిన అడుగు పడకుండునో చూడుము. సగము పోసిన అడుగుపడిపోదు. అనగా నీటియొక్క ఉత్పీడన శక్తి లోపల నీటిని ఆపగలశక్తి గలదని తెలియును.

లోపలినీరును పైనీరును సమానముగా వచ్చినప్పుడు గూడ నది పడదు. ఇప్పుడు ఒకచుక్క నీరు ఎక్కువైన అది పడిపోవును. లోపల నీరును పైనీరును సరిగా నున్నప్పుడు, అడుగుకు రెండు వైపులను నీరుండి యీ రెండును ఒకటి క్రిందికి, ఒకటి పైకి దానిని పీడించి, ఏ వైపునకును కదల్చలేక యున్నవి. అనగా నీరెండును సమానమైనబలము గలిగి యున్నవి. లోపల నీరు కొంచెము హెచ్చినప్పుడు, దాని బలము హెచ్చి, క్రిందికిపడిపోయినది. దీనినిబట్టి ఒకచోట రెండు పీడనములును సమానమని

తెలియును. కాబట్టి: ఉత్పీడ నావపీడనములు నీటిలో నెక్కడైనను సమానబలము కలవిగా నుండును.

ప్రయో:5—(1)నీటిలో చిన్నరాతిని పడవైచిన, దానిచుట్టును గుండ్రని అలలుపుట్టి అంతకంత కవి వృద్ధియగును. అనగా దాని వలన కలిగిన పీడనము, అన్ని వైపులకునుపోవును. అందువలననే గుండ్రని అలలు కలుగును. సన్నని చిల్లులుగల యొకగొట్టమును తీసికొని దానిలోనికి నీరు పీల్చి ఊదిన అన్ని చిల్లులనుండి నీరు పైకివచ్చును. మనము ఒక వైపును ఊదినను, నీరు అన్ని వైపులనుండి వచ్చును. అనగా, నీటిమీద, ఒక వైపున మాత్రము పీడించిన, ఆపీడనము అన్నివైపులకును వ్యాపించును.



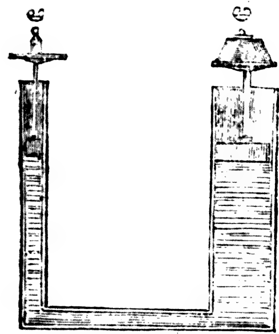
54 వ పటము.

రబ్బరుబండి నొకదాని కొకపెద్దరంధ్రము చేయుము; ఆ బంతి చుట్టును సూదిలో చిన్నరంధ్రములుజేసి, పెద్దరంధ్రమునుండి నీరుపోసి వ్రేలితోమూసి, బంతిని గట్టిగానొక్కిన, అన్ని రంధ్రములనుండి నీరు చిమ్మును. 54 వ పటము చూడుము.

ద్రవములయుత్పీడన శక్తి వానియుపరిభాగపు చతురపుకొల్త ననుసరించి యుండును.

ప్రయో:6—1వ ప్రయోగములో నుపయోగించిన సాధనమును తీసికొని దానిలో ఒకగొట్టము రెండవదానికంటె రెట్టింపు స్థూలముగానుండునట్లు చేయుము. ఇప్పుడు దాని ముషలకము రెండవ దానికంటె రెట్టింపు చతురము గలిగియుండును. 55 వపటము చూడుము. దానిలో నీరుపోసి చిన్న ముషలకముమీద 1 పౌను బరువు పెట్టుము. రెండవ దానిమీద ఎంత బరువు పెట్టిన

రెండు ముషలకములును సమానస్థితిలోనికి వచ్చి సమముగ తూగునో చూడుము. మొదటి దానిమీద బరువును మార్చి రెండవదాని మీద ఎంతపెట్టవలెనో జూడుము. అన్నిటి యందును మొదటి దానిమీదకంటె రెండవ దానిమీద రెట్టింపుబరువు పెట్టవలసి యుండును. ఈ రెండును ఒకదానికంటె ఒకటి రెట్టింపు పెద్దదిగనుకనే రెట్టింపు బరువు కావలసి వచ్చెను. 3 రెట్లు ఉన్న 3 రెట్ల బరువు కావలసియుండును. అనగా అట్లు 2, 3 ఉపరిభాగము రెట్ల బలముతో పీడింప బడును. కాబట్టి నీటియొక్క పీడన శక్తి దాని ఉపరిభాగముయొక్క చతురమునుబట్టి యుండును. దానిచతురము హెచ్చిన పీడనముగూడ హెచ్చును.



55 వ పటము.

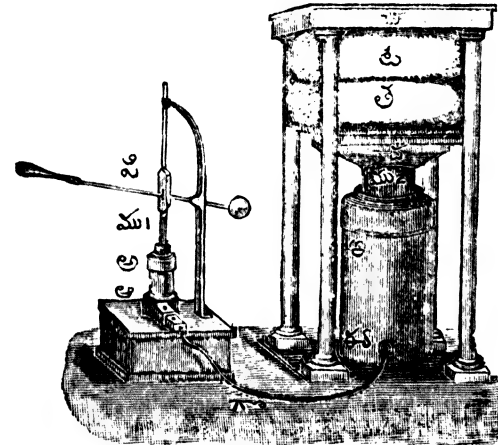
ప్రమే7:—ఇందువలన మనకు తెలియునది ఒక సూత్రముగా జెప్ప వచ్చును. ద్రవపదార్థములకు, పీడనమును అన్ని వైపులకు జేయుశక్తి గలదు; అట్టి పీడనము దాని ఉపరిభాగము యొక్క చతురమునకు అనులోమబంధము కలిగియుండును.

ఉత్పీడన యంత్రము.

(BRAMAH PRESS.)

ద్రవ పదార్థములు అసంకోచ్యము లని చెప్పబడినవి. అవి పీడన వ్యాపకము లనియు నట్టిపీడనము వాని యుపరిభాగముల చతురమును బట్టి యుండుననియు మనకు దెలియును. నీటికి నిట్టి గుణములుండుటచేత, వాని నుపయోగపరచి యొక యంత్రము చేయబడినది. అట్టి యంత్రము దూది బస్తాలు మొదలయినవానిని నొత్తి చిన్నవిగా జేయుట కుపయోగింతురు. దానిని "ఉత్పీడనయంత్రము" అందురు. ఇట్టివి గుంటూరు బెజవాడ మొదలయిన పట్టణములలోని ప్రత్తిమర లనబడు యంత్రశాలలలో చూడవచ్చును. 56 వ పటము చూడుము.

ఇందు 'అ ఆ,' 'ఇ ఈ' అను రెండు స్థూపకములు (Cylenders) ఒకచిన్న గొట్టముచే(గొ)కలసియున్నవి. ఇందు 'ఇ ఈ' అనునది 'అఆ' కంటె అనేకరెట్లు పెద్దది. ఈ రెంటియందును రెండు ముషలకము లున్నవి. ఇవి (ము$_1$, ము$_2$) రెండు స్థూపకముల యందును సరిగా నమరి యుండును. సరిగానమరగా గాలిదూరుటకును సందు లేకుండనని యర్థము. చిన్న స్థూపకము (అ ఆ) నుండి యొక గొట్టము బయలుదేరి నీటితొట్టిలో మునిగియుండును. అది యీ పటములో చూపబడలేదు. దాని చివర ఒక కవాటకమును (క$_1$,) రెండు స్థూపకములను కలుపుగొట్టము మొకటియుండి దానిలో నొక కవాటకమును (క$_2$) గలవు.



56 వ పటము.

ఇవియు పటమున కనబర్చలేదు. ఈ కవాటకములు 42 వ పటములో అనగా జలాకర్షక యంత్రములోవలె నుండునని తెలిసికొన వలెను. పెద్దముషలకముమీద (ట, త) బస్తాలను పెట్టుటకు పీట కలిగిన యినప రేకు (ప) గలదు. అది నీటిచే పైకిలేవనెత్తబడినప్పుడు దాని మీదనున్న

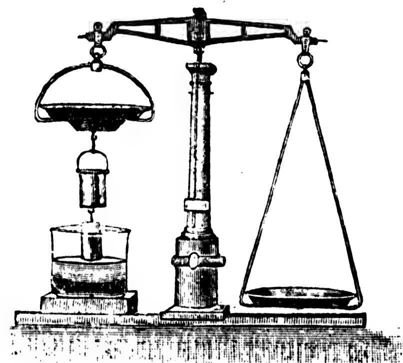
బస్తాలు పైనస్థంభములమీద నమర్చబడిన యొక ఇనుపదిమ్మవలన (చ) నొక్కబడి చిన్నవైపోవును. చిన్నముసలకము ఒకలోలదండము (పి) వలన పైకిని క్రిందికిని ఆడునట్లు చేయబడును.

దానిని క్రిందనుండి పైకిలాగిన, తొట్టిలోనినీరు వాయుపీడనము వలన స్థూపకములోనికి వచ్చును. ఇప్పుడు దానిని క్రిందికి నొక్కిన, మొదటి కవాటకము ($క_1$) మూసికొనిపోయి, నీరు అసంకోచ్యము గనుక రెండవ కవాటకము ($క_2$) ను తెరచుకొని పెద్ద స్థూపకములో ప్రవేశించును. ఇప్పుడు తిరిగి ముసలకమును పైకిలాగిన '$క_2$' మూసికొనిపోయి, '$క_1$' తెరచుకొని నీరుపైకివచ్చును. ఈక్రియయంతయు జలాకర్షక యంత్రవర్ణనలో చేయబడినది. అచ్చట చెప్పినవిధమున చిన్నస్థూపకములోనికి నీరు వచ్చి గొట్టముద్వారా పెద్దస్థూపకములోనికి పోవునని తెలిసికొనవలసినది. ఇట్లు కొన్నిసార్లు ముసలకమును పైకిని క్రిందికిని లాగిన, పెద్ద స్థూపకమునందు నీరుప్రవేశించి అందలిముసలకమును బలముగా నెత్తును. ఇట్లు ఎత్తుటచే దానిమీది బస్తా నొక్కి వేయబడును.

మనకువచ్చు, దూది, బట్టలు మొదలైనవిగల బస్తాలు ఈ విధముగా నొక్కబడి, కొద్ది స్థలమాక్రమించునట్లు చేయబడును. పెద్ద ముసలకము 100 రెట్లు చిన్న దానికంటె చతురము గలిగినది అనుకొందము. చిన్న దానిమీద 10 పౌనుల బరువుబెట్టిన పెద్దది $100 \times 10 = 1000$ పౌనుల బలములో నెత్తబడును. దీనినిబట్టి రెండవది మొదటి దానికంటె ఎన్ని రెట్లు చతురము కలిగియుండిన, అన్నిరెట్లు ఎక్కువ బరువు నెత్తగలశక్తి కలిగియుండునని తెలియుచున్నది. దీనిని "భ్రామా" యనువాడు కని పెట్టుటచే, దీనికి భ్రామాపీడనయంత్ర మను పేరుగలదు. దీనియందు, జల ముపయోగింప బడుటచే, "జలపీడన యంత్ర" మనిగూడ దీనిని పిలువ వచ్చును.

నీటిలో వస్తువు తేలికయగుట.

ఏవస్తువునైనను నీటిలోపడవైచిన, దానిని నీరు పీడించునని చెప్పబడినది. పీడించుట యనగా క్రిందికి నొక్కుట, పైకి నెత్తి పట్టుట, ప్రక్కకు త్రోయుట యని యర్థము. ఇందువలననే చేద నీటిలో మునిగి యున్నంత వరకు బరువుగానుండదు. అనగా నీళ్లలో మునిగినవస్తువును నీరు పైకినెత్తిపట్టును. కావున నీటిలో మునిగిన వస్తువు తనబరువు పోగొట్టుకొనును. ఇప్పుడు నీరు దానియందు మునిగిన వస్తువును ఎంత శక్తితో పీడించునో లేక లేవనెత్తిపట్టునో తెలిసి కొనవలయును. ఇందుకు ఒక చిన్న ప్రయోగము చేయవలెను.



57 వ పటము.

త్రాసును, రెండంగుళములు పొడవుగల గుండ్రని గట్టి యిత్తడి గొట్టమును, ఈగొట్టమును సరిగాపట్టు మరియొక గుల్లగొట్టమును సంపాదింపుము. ఈగొట్టములను త్రాసుకు వ్రేలాడగట్టుటకు కొక్కెములుండునట్లు చూడుము. 57వ పటముచూడుము. ఇందలి పైగొట్టము గుల్ల. క్రిందిది పైదానిలో సరిగా నిముడును. త్రాసుకు ఒకచివర మొదట గుల్లగొట్టమును గట్టి దానికి గట్టిగొట్టమును తగిలింపుము. ఇవి యెంత బరువున్నవో చూచుటకు రెండవవైపున తూనికరాళ్లను బెట్టుము. ఇవిరెండును ఇప్పుడు సమాన భారముగా నుండును. అప్పుడు త్రాసు ఏవైపునకును కదలక

స్థిరముగానుండును. ఒకగిన్నెనిండ నీరుపోసి దానిని వ్రేలాడుచున్న గొట్టము క్రిందబెట్టుము. ఆనీళ్లలో గట్టి గొట్టము మునుగునట్లు పెట్టుము. ఇప్పుడు ఈవైపు బరువుతగ్గి, రెండవవైపు క్రిందికిబోవును. అనగా నీళ్లలోమునిగినందున దానిబరువు కొంతతగ్గినది. ఎంతబరువు తగ్గినది? త్రాసును తిరిగి మొదటి స్థితిలోనికి తెచ్చుటకు ఎంతబరువు పెట్టవలెనో చూడుము. ఆ బరువు 100 గ్రాము లనుకొనుడు. వానిబరువు మొదట 1000 గ్రాములుండిన, ఇప్పుడు నీటిలో వ్రేలాడగట్టి తూచుటచే 100 గ్రాముల బరువు తగ్గిపోయినది. అనగా అది 900 గ్రాములుమాత్రము నీటిలోనున్నప్పుడు తూగును.

అయితే దానిబరువు నిజముగాపోయినదా? లేదు. ఇప్పుడు దానిని నీటినుండి తీసివేసిన మొట్టమొదట తూగినంత తూగును. కాబట్టి దాని బరువు నిజముగా పోలేదు. కాని నీటిలో నున్నప్పుడు, దానివలన పీడింపబడుటచే అనగా నెత్తిపట్టబడుటచే తగ్గినట్లు కనపడును. అనగా నీటియొక్క ఉత్పీడనము దాని భారమును తక్కువ జేసినదని చెప్పవచ్చును. ఆ గొట్టము నీటిలోమునుగుటచే, అది యెంతస్థలమాక్రమించునో అంత నీరు బయటికి పోవును. ఆనీరును ఒకపళ్లెములో పట్టుము. ఇప్పుడు దాని తగ్గిపోయిన బరువును కనుగొనుటకు రాళ్లను వేయుటకు మారుగా ఈనీటిని పైనిగట్టిన గుల్లగొట్టములో పోయుము. ఈగుల్లగొట్టముయొక్క కైవారము రెండవదానితో సమానమగుటచే, ఆనీరు దీనిని నింపును. ఇప్పుడు త్రాసు మొదటిస్థితికి వచ్చును.

దీనినిబట్టి, ఆగొట్టమునకు తగ్గిపోయినబరువు దానితో సమాన పరిమాణముగలనీటిచే తిరిగి వచ్చుచున్నది. కాబట్టి దానికిపోయిన బరువు, 100 గ్రాముల బరువువల్లగాని, దానితో సమానపరిమాణమైన నీటివల్లగానివచ్చుచున్నది. అనగా నీరెండును సమాన బరువుగలవని తెలియును. కాబట్టి యే వస్తువైనను నీటిలో మునిగినప్పుడు, దానిభారము కొంత

తగ్గిపోవును. ఆతగ్గిపోయినభారము దానితో సమానమైన పరిమాణముగల నీటియొక్క భారమునకు సమానముగానుండును.

ఈసంగతిని గ్రీసుదేశపు తత్వజ్ఞుడైన "ఆర్కిమెడిస్" కనిపెట్టుటచే, నీసూత్రము వాని పేర విఖ్యాతిజెందియున్నది.

ఈసూత్రముయొక్క ప్రయోజనము:—

ఎట్టి యాకారముగల వస్తువునైనను, నీటిలో తూచుట చేతనే దానితో సమానమైన పరిమాణము గల నీటియొక్క భారము తెలిసికొన వచ్చును. అది ఆవస్తువుయొక్క తరిగిపోయినభారము. ఈభారమే దానితో సమానమైన పరిమాణముగల నీటియొక్క భారము.

రెండు వస్తువులలో నేదియెక్కువ బరువో తెలిసికొన వలెననిన ఆరెంటిని సమానమైన పరిమాణముగల వానినిగాజేసి తూచిన నేది బరువో తెలియును. నెయ్యి, నూనె, యీరెంటిలో నేది యెక్కువ బరువైనదో తెలియవలెననిన, ఒక చెంబునుగాని గిన్నెనుగాని తీసికొని, దానిని తూచి, తర్వాత దానిని నేతితో నింపి తూచి, తర్వాత నూనెతో నింపి తూచి, వానినుండి గిన్నెబరువు తీసివేసి, యీరెంటిని పోల్చిచూచిన ఆరెంటిలో నేదిబరువో తెలియును. ఆవిధముననే బంగారు, వెండి, వీనిలో నేదిబరువు? ఈరెంటిని సమానమైన పరిమాణముగల బిళ్లలుగా గాని, దిమ్మలుగాగాని జేసి ఆరెంటిని తూచవలెను. ఇట్లు ఏవస్తువుకంటె ఏది బరువో యేది తేలికయో తెలసికొనుటకు, అన్నిటితోను పోల్చుటకు వీలైన వస్తువొకటి కావలెను. ఆవస్తువు శుభ్రమైనజలము. ప్రతి వస్తువును జలముతో పోల్చబడును. అనగా ఆవస్తువును సమాన పరిమాణముముగల జలమును తీసికొని, వానిభారము ఒకదానితోనొకటి పోల్చబడును.

ఒక ఘనఅంగుళముగల ఆవస్తువుబరువు 20 గ్రాములుఅనుకొనుము.
ఒక ,, ,, నీటిబరువు 4 గ్రాములు.
కాబట్టి దానిబరువు నీటికంటె $\frac{20}{4}$ 5 రెట్లు ఎక్కువ.

ఎంత స్థూలముగల ఆవస్తువును తీసికొని, దానితో సమానమైన స్థూలముగల నీటితో తూచినను అదెప్పుడును 5 రెట్లుయుండును.

తారతమ్య గరిమ.

(SPECIFIC GRAVITY).

ఇప్పుడు నీటియొక్క బరువు నియమితమానముగా (Fixed Standard) తీసికొనిన దాని బరువు 5 అని చెప్పబడును. అనగా దాని "తారతమ్యగరిమ" (Specific Gravity) 5 అని చెప్పబడును. ఇట్లు చెప్పుటలో నీటియొక్క తారతమ్యగరిమ మానముగా తీసికొని, ప్రతివస్తువును దానితో పోల్చుచున్నామని తెలిసికొనవలెను. ఈ విధముగా ప్రతివస్తువుయొక్క తారతమ్యగరిమను తెలిసికొనవచ్చును.

$$\text{తారతమ్యగరిమ} = \frac{\text{వస్తువుయొక్క బరువు}}{\text{సమానపరిమాణముగల నీటిబరువు.}}$$

తారతమ్యగరిమను కనుగొనుటకు వస్తువుతో సమానమైన పరిమాణముగల నీటిబ్బరువు కావలెను. దీనిని పైసూత్రముచే సులభముగా తెలిసికొనవచ్చును. ఇదియే దాని ముఖ్యప్రయోజనము.

బంగారుయొక్క తారతమ్య గరిమయెంత?

ఒక మేలిమి బంగారు ముక్కను తీసికొని తూచుము. 76 వడ్లగింజ లెత్తు ఉన్నదనుకొనుము. ఇప్పుడు దానిని నొకసన్నని ధారమునకు గట్టి నీటిలో ముంచితూచిన దానిభారము నీటియొక్క ఉత్ప్రేడన శక్తివలన తగ్గిపోవును. ఎంత తగ్గినదో చూడుము. 4 వడ్ల గింజలు తగ్గును.

ఈ తగ్గినబరువు పైనిచేసిన ప్రయోగమువలన దానితో సమానపరిమాణముగల నీటిబరువైయుండును. దీనివలన దాని బరువును దానితో సమానమైన పరిమాణముగల నీటిబరువును తెలిసికొంటిమి. అదియేమనకు కావలసినది. కాబట్టి దాని తారతమ్యగరిమ $\frac{76}{4}=19$. అనగా బంగారు దానితో సమానమైన స్థూలముగల నీటికంటె 19 రెట్లు బరువు గలిగియుండును; లేక బంగారుతో సమానమైన పరిమాణముగల నీరెప్పుడును దాని భారములో 19 వ అంశమై యుండును. బంగారము నీటికంటె 19 రెట్లు బరువు అని యర్థము.

ఈ విధముగా ప్రతిఘనపదార్థముయొక్క తారతమ్య గరిమను తెలిసికొనవచ్చును. ఇట్లుకనుగొనబడిన కొన్ని ఘనపదార్థముల తారతమ్యగరిమల సంఖ్య యిచ్చట నిచ్చుచున్నాము.

బొగ్గు	1. 8	ప్లాటినమ్	21. 5
రాగి	8.95	తగరము	7. 3
వజ్రము (రవ)	3. [illegible]	తుత్తునాగము	7. 2
గాజు	2. 5	కంచు	8. 4
బంగారము	19. 3	ఇత్తడి	7. 8
ఇనుము	7.76	మంచుగడ్డ	.92
సీసము	11. 4	మన్ను	1.92
వెండి	10.57	ఇసుక	1.42

పైజెప్పిన ఆర్కిమెడిస్ సూత్రము, ఒక నీటికేకాక అన్ని ద్రవపదార్థములకును చెల్లును. అన్ని ద్రవపదార్థములకును ఉత్ప్రేడన శక్తి యుండుటచే, ఏ పదార్థమైన వానిలో ముంచిన నాపదార్థము బరువు తగ్గిపోవుట సహజము. ఆ తగ్గిపోయిన బరువు ఆ పదార్థములతో సమానపరిమాణముగల ఆ ద్రవపదార్థము బరువునకు సమానముగా నుండును. దీనినిబట్టి ఒకే పదార్థమును అనేక ద్రవపదార్థములలో తూచిన అన్నిటి

లోను సమానముగా భారమును పోగొట్టుకొనదు. అది యీ ద్రవపదార్థముల ఉత్ప్లవనశక్తినిబట్టి యుండును. ఒక వస్తువును నీటిలోను పాదరసములోను తూచిన మొదటిదానికంటె రెండవదానిలో బరువు ఎక్కువ తగ్గిపోవును. ఇప్పుడు దేనిలో నెంత తగ్గునో చూచిన ఈ రెండును సమానమైన పరిమాణముగల నీటియొక్కయు పాదరసముయొక్కయు బరువై యుండును. రెండవది మొదటి దానికి ఎన్ని రెట్లు ఉన్నదో చూచిన పాదరసముయొక్క తారతమ్యగరిమ తెలియును.

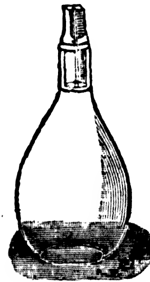
పైనితూచిన బంగారుముక్కను పాదరసములో తూచిన సుమారు 52 వడ్లగింజల యెత్తు బరువు తగ్గిపోవును. కాబట్టి సమానమైన పరిమాణముగల నీటియొక్క బరువు 4 పాదరసముయొక్క బరువు 52 వడ్లగింజుల యెత్తు ఉండును.

కాబట్టి పాదరసముయొక్క తారతమ్యగరిమ $= \frac{52}{4} = 13.$

ద్రవపదార్థముల తారతమ్య గరిమ.

ద్రవపదార్థముల తారతమ్య గరిమను కనుగొను మార్గమొకటి పైని చెప్పబడినది. అందుకు నీటిలోను ఆ ద్రవపదార్థములోను మునుగు ఘనపదార్థమొకటి కావలయును. ఆ ఘనపదార్థమును, రెంటిలోను తూచి రెంటియందును తగ్గు భారమును తెలిసికొనవలెను. ఆ రెండు భారములును, ఆర్కిమెడిస్ సూత్రప్రకారము సమానపరిమాణముగల యీ రెండు ద్రవపదార్థములయొక్క బరువులు కాబట్టి, నీటిబరువుచే రెండవదాని బరువును భాగించిన ఆ రెండవ ద్రవపదార్థముయొక్క తారతమ్య గరిమ వచ్చుచున్నది. ద్రవపదార్థముల తారతమ్యగరిమ నింతకంటె సులభమైన మరియొకవిధముగా తెలిసికొనవచ్చును.

ప్రయో: 1— గాజుబుడ్డి నొకదానిని సంపాదించి దాని సరియైనబరువును కనుగొనుము. తర్వాత దానిని నీరుతో నింపి, బరువును కనుగొనుము. ఇప్పుడు రెండవసారి వచ్చిన బరువులో మొదటి బరువు తీసివేసిన నీటియొక్క బరువు వచ్చును.

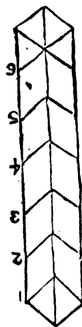


58 వ పటము.

ఆలాగుననే తక్కిన ద్రవపదార్థముల బరువులు గూడ తెలిసికొనుము. అవన్నియు సమాన పరిమాణములై యుండుటచే, వాని బరువును నీటి బరువుచే భాగించిన, వాని తారతమ్య గరిమలు వచ్చును. కొబ్బరి నూనె మొదలైనవాని తారతమ్యగరిమ, నీటి గరిమకంటె తక్కువగా నుండును. గనుకనే అట్టివన్నియు నీటిలో తేలును.

తేలెడువస్తువులు, వాని తారతమ్యగరిమ.

ప్రయో 1:—1 చ. అం. చతురమును, 6 అంగుళముల పొడవును గలిగి సమకోణములుగల యొక కర్రను సంపాదింపుము. దానిమీద ప్రతి అంగుళమునకును గీతలు గీయుము. దానిని నీటిలో వైచిన, కొంత మునిగి కొంత తేలును. 3 వ అంగుళము వరకు మునిగినదనుకొనుము. నీటిలోనున్న భాగము 3 ఘన అంగుళములు. అనగా ఆ కర్ర నీటిలో వేయుటవల్ల తొలగిపోయిన నీటిపరిమాణము 3 ఘ. అం.



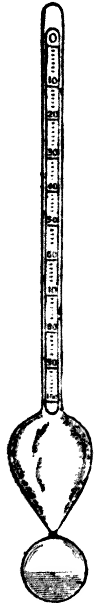
59 వ పటం

ఇప్పుడు ఈకర్రబరువును, దానివలన తొలగిపోయిన 3 ఘ. అం. నీటిబరువును, తూచిచూచిన, రెండును సమానముగా నుండును.

ప్రయో 2:— ఆ కర్రమీద చిన్నబరువును బెట్టిన, అంతకంటె నెక్కువ మునుగును. ఇప్పుడు ఆకర్రను, దానిమీద బెట్టిన బరువును

ద్రవమాపకము.

(HYDROMETER).



ఇది సాధారణముగా గాజుతో చేయబడును. ఇది ఒక చివర గుండ్రని బొడ్డుగల పొడుగైన గాజుగొట్టము; దీనిని నీటిలో వైచిన నిడుపుగా తేలి సున్న(0) వరకు మునుగును; నీటికంటె తేలికైనవానిలో వైచిన, సున్నకు పైగా మునుగును; గొట్టము మీద గీతలుండును; ఒక్కొక్క గీతకు దశాంశము = $\frac{1}{10}$ తగ్గునట్లుగా చేయబడను; ఎందలోనైనను, 3వ గీతవరకు మునిగిన, దాని తారతమ్యగరిమ $\frac{3}{10}$ అయియుండును. 5వరకు మునిగిన $\frac{5}{10}=\frac{1}{2}$ అయియుండును. కాబట్టి ద్రవమాపకమును ఏద్రవపదార్థములోనైనను వేసి, దాని తా. గ. సులభముగా చెప్పవచ్చును.

సున్నకంటె ఎన్నిభాగములు తక్కువ మునిగిన అన్ని 10వవంతులు తారతమ్యగరిమ హెచ్చుచుండును; 4వ గీతవరకు మునిగిన, దాని తా. గ. $1\frac{4}{10}$ అయియుండును; 5వరకు

60వ పటం. మునిగిన $1\frac{1}{2}$ అయియుండును.

ఇట్టిసాధనములను సాధారణముగా ఆసుపత్రులలోనుపయోగించుట మనము చూచుచున్నాము. అతిమూత్రవ్యాధిగలవారి మూత్రమును పరీక్షించి, దాని తారతమ్యగరిమను ద్రవమాపకమువలన కనుగొని, వ్యాధియొక్క ఉద్రేకమును నిర్ణయింతురు.

ద్రవమాపకము సంపాదించి, శుభ్రమైన పాలలో వేసి, యెంతవరకు మునుగునోచూచి, ప్రతిరోజును అంతవరకు మునుగునో లేదో చూచిన పాలలో నీరు కలిపినది లేనిది వెంటనే చెప్పవచ్చును. ఇట్టిదానిని 'దుగ్ధ

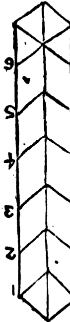
గొనుము. ఇప్పుడు రెండవసారి వచ్చిన బరువులో మొదటి బరువు తీసివేసిన నీటియొక్క బరువు వచ్చును.



58 వపటము.

ఆలాగుననే తక్కిన ద్రవపదార్థముల బరువులు గూడ తెలిసికొనుము. అవన్నియు సమాన పరిమాణములై యుండుటచే, వాని బరువును నీటి బరువుచే భాగించిన, వాని తారతమ్యగరిమలు వచ్చును. కొబ్బరినూనె మొదలైనవాని తారతమ్యగరిమ, నీటి గరిమకంటె తక్కువగా నుండును. గనుకనే అట్టి వన్నియు నీటిలో తేలును.

తేలెడువస్తువులు, వాని తారతమ్యగరిమ.



59వపటం

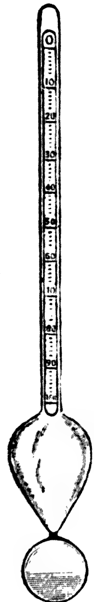
ప్రయో 1:—1 చ. అం. చతురమును, 6 అంగుళముల పొడవును గలిగి సమకోణములుగల యొక కర్రను సంపాదింపుము. దానిమీద ప్రతి అంగుళమునకును గీతలు గీయుము. దానిని నీటిలో వైచిన, కొంత మునిగి కొంత తేలును. 3 వ అంగుళము వరకు మునిగినదనుకొనుము. నీటిలోనున్న భాగము 3 ఘన అంగుళములు. అనగా ఆ కర్ర నీటిలో వేయుటవల్ల తొలగిపోయిన నీటిపరిమాణము 3 ఘ. అం.

ఇప్పుడు ఈకర్రబరువును, దానివలన తొలగిపోయిన 3 ఘ. అం. నీటిబరువును, తూచిచూచిన, రెండును సమానముగా నుండును.

ప్రయో 2:— ఆ కర్రమీద చిన్నబరువునుబెట్టిన, అంతకంటె నెక్కువ మునుగును. ఇప్పుడు ఆకర్రను, దానిమీద బెట్టిన బరువును

ద్రవమాపకము.

(HYDROMETER).



60వ పటము.

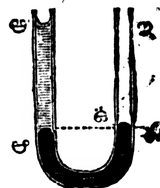
ఇది సాధారణముగా గాజుతో చేయబడును. ఇది ఒక చివర గుండ్రని బొడ్డుగల పొడుగైన గాజుగొట్టము; దీనిని నీటిలో వైచిన నిడుపుగా తేలి సున్న(0) వరకు మునుగును; నీటికంటె తేలికైనవానిలో వైచిన, సున్నకు పైగా మునుగును; గొట్టము మీద గీతలుండును; ఒక్కొక్క గీతకు దశాంశము = $\frac{1}{10}$ తగ్గునట్లుగా చేయబడును; ఎందులోనైనను, 3వ గీతవరకు మునిగిన, దాని తారతమ్యగరిమ $\frac{3}{10}$ అయియుండును. 5వరకు మునిగిన $\frac{5}{10} = \frac{1}{2}$ అయియుండును. కాబట్టి ద్రవమాపకమును ఏద్రవపదార్థములోనైనను వేసి, దాని తా. గ. సులభముగా చెప్పవచ్చును.

సున్నకంటె ఎన్నిభాగములు తక్కువ మునిగిన అన్ని 10వవంతులు తారతమ్యగరిమ హెచ్చుచుండును; 4వ గీతవరకు మునిగిన, దాని తా. గ. $1\frac{4}{10}$ అయియుండును; 5వరకు మునిగిన $1\frac{1}{2}$ అయియుండును.

ఇట్టిసాధనమును సాధారణముగా ఆసుపత్రులలో నుపయోగించుట మనము చూచుచున్నాము. అతిమూత్రవ్యాధిగలవారి మూత్రమును పరీక్షించి, దాని తారతమ్యగరిమను ద్రవమాపకమువలన కనుగొని, వ్యాధియొక్క ఉద్రేకమును నిర్ణయింతురు.

ద్రవమాపకము సంపాదించి, శుభ్రమైన పాలలో వేసి, యెంతవరకు మునుగునో చూచి, ప్రతిరోజును అంతవరకు మునుగునో లేదో చూచిన పాలలో నీరు కలిపినది లేనిది వెంటనే చెప్పవచ్చును. ఇట్టిదానిని 'దుగ్ధ

మాపకము' (Dactometer) అందురు. మరొక విధముగా గూడ ద్రవపదార్థముల తారతమ్యగరిమను తెలిసికొనవచ్చును.



61వ పటము.

61వపటమునందు చూపబడినటువంటి గాజుగొట్టమును సంపాదింపుము. అందులో పాదరసముపోసిన, రెండు భుజములలోను సరిగా వచ్చును. ఇప్పుడు, ఒక భుజములో నీరు పోసిన ఆనీటియొక్క బరువుచే రెండవభుజములోని పాదరసము, మొదటి భుజములోనిదానికంటె పైకిలేచును. ఒక అంగుళము పాదరసము లేచిన, ఎంతనీరు పోయవలెనో చూడుము. 13 అంగుళముల యెత్తువరకును నీరు పోయవలసి యుండును. కాబట్టి 1 అంగుళము రసమును 13 అంగుళముల నీరును సరిగాతూగుచున్నవి. కాబట్టి రసము నీటికంటె 13 రెట్లు బరువు గలిగియుండవలెను.

ఒకదానితో నొకటి కలియని పదార్థములకే నిట్టిసాధనము నుపయోగింపవచ్చును. పాలయొక్క తారతమ్యగరిమను తెలిసికొనవలెననిన పైనిచేసినట్లు చేయుటకు వీలులేదు. ఏలయన పాలును నీరును కలిసిపోవును. పైగొట్టములో పాదరసముపోసి, ఒక భుజములో నీరును, రెండవదానిలో పాలును పోసి, పాదరసము రెంటిలో సరిగా నుండులాగున చూడుము.

6 అంగుళముల నీటిని ఎన్ని అంగుళముల పాలు నిలువబెట్టగలవో చూడుము. 4 అంగుళములైన, పాల తారతమ్యగరిమ $\frac{6}{4} = 1\frac{1}{2}$ అయియుండును. ఈప్రయోగమునే మరొక విధముగా చేయవచ్చును.

రెండుగాజుగొట్టములు, మరియొకగొట్టమువలన కలిసియుండునట్లును దానిమధ్యనుండి రబ్బరుగొట్టమొకటి పటములో చూపబడినట్లు వ్రేలాడునట్లును చేయుము. ఆ రెండు గొట్టముల చివరలను, పాలు నీరుగల రెండు గిన్నెలలో బెట్టి, రబ్బరు గొట్టమును నోటిలోబెట్టుకొని గాలి పీల్చుము.

పండ్రెండవ అధ్యాయము.

ధ్వని.

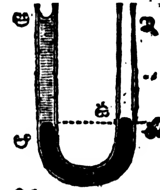
(SOUND).

బిందెనుగాని, పళ్లెమునుగాని, గంటనుగాని, చిన్న కఱ్ఱతో కొట్టి దానిమీద మనచేయిపెట్టిన, అవి మనచేతిని చిన్నచిన్నదెబ్బలు కొట్టినట్లు తోచును. మనచేతిని పెట్టుటకు మారుగా చిన్న రాళ్లను గాని, బెండు ముక్కలను గాని వానిమీద పడవైచిన, అవి యెగిరెగిరి పడును. అనగా నవి త్రోసివేయబడినట్లు కనబడును. అయిన, పైని చెప్పిన వస్తువులలో నేదియు చలనము కలిగియుండక పోయినను, వానిమీదనున్న యీచిన్నవస్తువులు ఏలకదలవలెను? బిందె మొదలయిన ఆపెద్ద వస్తువులు కదలుచున్నట్టు మనకంటి కగుపడుటలేదు; కాబట్టివానికి చలనము లేదని చెప్పవచ్చును. బెండుమొదలైన చిన్న వస్తువులు కదలుటచే, ఆ పెద్ద వస్తువులయొక్క అణువులు చలించుచున్నవనియు, అట్లు అవి చలించుటచే వాని సమీపముననున్న యీచిన్నవికూడ చలించునట్లు చేయబడు ననియు తెలియుచున్నది.

ఇట్లు ఒకవస్తువు అంతయు కదలక, దానిఅణువులుమాత్రము కదలిన, అది 'కంపన' (Vibrating) స్థితిలో నున్నదని చెప్పబడును. ఇట్లు కంపన స్థితిలో నున్న వస్తువులలో, తంబుర, వీణె, ఫిడిల్ మొదలయినవాని తీగెలకంపనము స్పష్టముగా గానవచ్చును. మనము మాటలాడునపుడు కంఠముమీద వ్రేలుపెట్టిన కంఠము కంపించుచున్నట్లు తెలియును. పైనిచెప్పిన యన్నివస్తువుల యందును, అవి కంపన స్థితిలో నుండుటయేగాక, మనచెవికి వినబడు ఒక 'శబ్దము' ను గూడ కలిగించుచున్నవి. శబ్దమును పుట్టించు ప్రతివస్తువును మనము పరీక్షించి చూచిన, నది కంపనస్థితిలో నున్నట్లు మనకు దెలియును.

మాపకము' (Dactometer) అందురు. మరొక విధముగా గూడ ద్రవ పదార్థముల తారతమ్యగరిమను తెలిసికొనవచ్చును.

61వపటమునందు చూపబడినటువంటి గాజుగొట్టమును సంపాదింపుము. అందులో పాదరసముపోసిన, రెండు భుజములలోను సరిగా వచ్చును. ఇప్పుడు, ఒక భుజములో నీరు పోసిన ఆనీటియొక్క బరువుచే రెండవభుజములోని పాదరసము, మొదటి భుజములోనిదానికంటె పైకిలేచును. ఒక అంగుళము పాదరసము లేచిన, ఎంతనీరు పోయవలెనో చూడుము. 13 అంగుళముల యెత్తువరకును నీరు పోయవలసి యుండును. కాబట్టి 1 అంగుళము రసమును 13 అంగుళముల నీరును సరిగాతూగుచున్నవి. కాబట్టి రసము నీటికంటె 13 రెట్లు బరువు గలిగియుండవలెను.



61వ పటము.

ఒకదానితో నొకటి కలియని పదార్థములకే నిట్టిసాధనము నుపయోగింపవచ్చును. పాలయొక్క తారతమ్యగరిమను తెలిసికొన వలెనని పైనిచేసినట్లు చేయుటకు వీలులేదు. ఏలయన పాలును నీరును కలిసిపోవును. పైగొట్టములో పాదరసముపోసి, ఒక భుజములో నీరును, రెండవదానిలో పాలును పోసి, పాదరసము రెంటిలో సరిగా నుండులాగున చూడుము.

6 అంగుళముల నీటిని ఎన్ని అంగుళముల పాలు నిలువబెట్టగలదో చూడుము. 4 అంగుళములైన, పాల తారతమ్యగరిమ $\frac{6}{4} = 1\frac{1}{2}$ అయియుండును. ఈప్రయోగము నే మరొక విధముగా చేయవచ్చును.

రెండుగాజుగొట్టములు, మరియొక గొట్టమువలన కలిసియుండునట్లు దానిమధ్యనుండి రబ్బరుగొట్ట మొకటి పటములో చూపబడినట్లు వ్రేలాడునట్లును చేయుము. ఆ రెండు గొట్టముల చివరలను, పాలు నీరుగల రెండు గిన్నెలలో బెట్టి, రబ్బరు గొట్టమును నోటిలో బెట్టుకొని గాలి పీల్చుము.

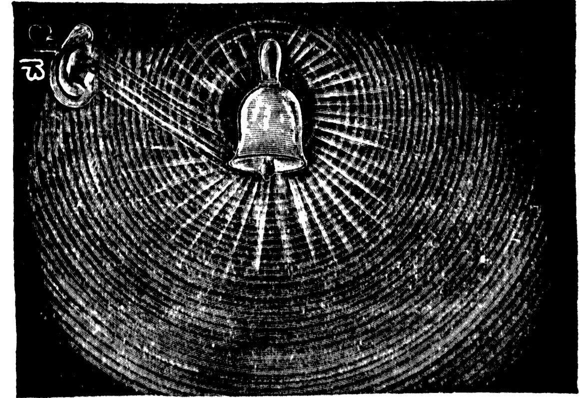
పంద్రెండవ అధ్యాయము.

ధ్వని.
(SOUND).

బిందెనుగాని, పళ్లెమునుగాని, గంటనుగాని, చిన్న కర్రతో కొట్టి వానిమీద మనచేయిపెట్టిన, అవి మనచేతిని చిన్నచిన్న దెబ్బలు కొట్టినట్లు తోచును. మనచేతిని పెట్టుటకు మారుగా చిన్న రాళ్లను గాని, రెండు ముక్కలను గాని వానిమీద పడవైచిన, అవి యెగిరెగిరి పడును. అనగా నవి త్రోసివేయబడినట్లు కనబడును. అయిన, పైని చెప్పిన వస్తువులలో నేదియు చలనము కలిగియుండక పోయినను, వానిమీదనున్న యీ చిన్నవస్తువులు ఏలకదలవలెను? బిందె మొదలయిన ఆ పెద్ద వస్తువులు కదలుచున్నట్టు మనకంటికగుపడుటలేదు; కాబట్టివానికి చలనము లేదని చెప్పవచ్చును. రెండుమొదలైన చిన్న వస్తువులు కదలుటచే, ఆ పెద్ద వస్తువులయొక్క అణువులు చలించుచున్నవనియు, అట్లు అవి చలించుటచే వాని సమీపముననున్న యీ చిన్నవికూడ చలించునట్లు చేయబడునవనియు తెలియుచున్నది.

ఇట్లు ఒకవస్తువు అంతయు కదలక, దానిఅణువులుమాత్రము కదలిన, అది 'కంపన' (Vibrating) స్థితిలో నున్నదని చెప్పబడును. ఇట్లు కంపన స్థితిలో నున్న వస్తువులలో, తంబుర, వీణె, ఫిడిల్ మొదలయినవాని తీగెలకంపనము స్పష్టముగా గానవచ్చును. మనము మాటలాడునపుడు కంఠముమీద వ్రేలుపెట్టిన కంఠము కంపించు చున్నట్లు తెలియును. పైనిచెప్పిన యన్నివస్తువుల యందును, అవి కంపన స్థితిలో నుండుటయేగాక, మన చెవికి వినబడు ఒక 'శబ్దము' ను గూడ కలిగించుచున్నవి. శబ్దమును పుట్టించు ప్రతివస్తువును మనము పరీక్షించి చూచిన, నది కంపనస్థితిలో నున్నట్లు మనకు దెలియును.

అట్లుకంప మొందుచున్న వస్తువుమీద మనముచేయివైచిన, కంపన మాగిపోవును. దానితోగూడ దానివలనకలిగిన శబ్దముగూడ నాగిపోవును. మ్రోగుచున్న గంటగాని, వీణెతీగెగాని, బిందెగాని, చెంబుగాని, మరియేదిగాని, చేతితో తాకినప్పుడు, వానిశబ్దముగూడ నాగిపోవును. వానికి కంపనస్థితిగూడ నుండదు. ఇందుచేతనే మనయిండ్లలో కంచుచెంబుగాని, యిత్తడి గిన్నెగాని ఏదైన తగిలి ధ్వనిచేయుచున్న, దానిని చేతితో తాకి ధ్వనిచేయుటను మాన్పుదురు. కాబట్టి ధ్వనికి మూలము, పదార్థముయొక్క అణుకంపనము. కొన్ని (కంచు, వెండి మొ॥) వస్తువులయందు ఈ కంపనము ఎక్కువగా నుండును. కనుకనే యవి యెక్కువ ధ్వని చేయును. మరికొన్ని (మట్టిముద్ద, యిసుకకుప్ప, బట్టలమూట మొ॥) ఎక్కువగా కంపింపవు. అట్టివి యెక్కువధ్వనిగూడ చేయవు.



63 వ పటము.

ధ్వనియనునది వస్తువులయొక్క కంపనమువలన గలిగిన, శక్తివిశేషము. ఎంతదూరముననో కంపించుచున్న వస్తువునుండి వచ్చుశబ్దము, దూరముననున్న మన కెట్లు వినబడును? ప్రతి వస్తువుచుట్టును వాయువు గలదు. ఆవస్తువుయొక్క అణువులు ఏకారణముచేతనైన కంపించు చుం

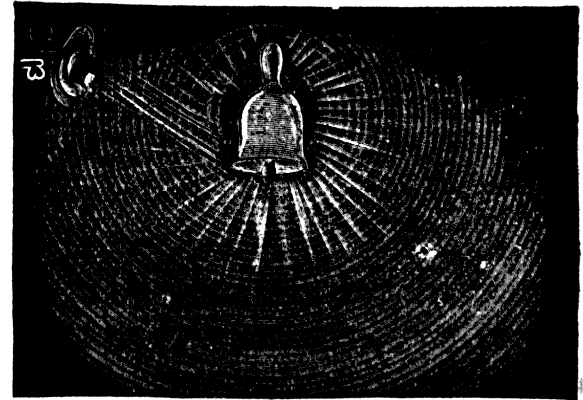
కొంటిని స్వేచ్ఛగా విడిచి పెట్టుము. అప్పుడు ఒక చివరనున్న దానిని (1) కొంచెము దూరము లాగి వ్రేలితో గట్టిగా ప్రక్క దానిని (4) తాకునట్లు వ్రేయుము. అప్పుడు 2, 3, 4 కదలకయే యుండును. 5వది మాత్రము కదులును. ఇట్లు చాల నాణెములను గాని, బంతులను గాని, అట్టి మరి యే యితర వస్తువులనుగాని పెట్టి తిరిగి అట్లే చేయుము.

అన్నిటియందునుగూడ చివరనున్న యొక్కటియే కదలుచున్నది. మధ్యవన్నియు తమతమ స్థలములను మాత్రము మార్చక, కంపనమును మాత్రము చివరకు తీసికొని పోవుచున్నవి. అనగా 1వ నాణెము 2వ నాణెమునకు కంపన మొసగును. అది తాను కదలకయే తన కంపనమును 3వ నాణెమునకు నిచ్చును. అదియు దానుకదలక తన కంపనమును 4వ దాని కొసగును. అదియు నట్లుచేసి 5వదానిని కంపింపజేయును. 5వది చేతితో నొత్తిపట్టబడనందున కంపన మహిమచే గదలును. ఇట్లే శబ్దము పుట్టుచోటను, మన చెవివద్దను తప్ప, మధ్యనుండు అణువులన్నియు తమ తమ స్థలములయందు తాముండి, తాము గ్రహించిన కంపనమునుమాత్రము తమద్వార యితరులకు అందించుచుండును.

ఇట్లు కంపనము, దానివలన కలుగు శబ్దము, ఒక అణువునుండి మరియొకదానికిపోయి మనచెవియొద్దకు వచ్చుటకు కాలవ్యవధి ఏమైన యగునా? ధ్వని పుట్టినచోటునుండి మన చెవులవరకు వచ్చుటకు కొంత కాలము పట్టును. మన మెప్పుడైన చాకిరేవులోనికి బోయి చాకలివాండ్రు బట్టలు ఉతుకుట కొంచెముదూరము చూచిన నీ సంగతి తెలియగలదు. చాకలివాడు బట్టను రాతిమీదవంగికొట్టును; అట్లు వంగికొట్టుట దూరము నుండి చూడగలము. వాడు వంగినప్పుడే బట్ట రాతికి తగిలి శబ్దము పుట్టించును. వాడువంగి బట్టను కొట్టుట మనకగపడినను శబ్దము మనకు వెంటనే వినబడదు; కొంతసేపటికి వినబడును.

ఇట్లే దూరమున వేటకాడు పిట్టను కొట్టుటకై తుపాకి కాల్చిన మంటకనుపడిన కొంతకాలమునకుగాని శబ్దమువినబడదు. ఉరుము మెరుపు

అట్లుకంప మొందుచున్న వస్తువుమీద మనముచేయివైచిన, కంపన మాగిపోవును. దానితోగూడ దానివలనకలిగిన శబ్దముగూడ నాగిపోవును. మ్రోగుచున్న గంటగాని, వీణెతీగగాని, బిందెగాని, చెంబుగాని, మరి యేదిగాని, చేతితో తాకినప్పుడు, వానిశబ్దముగూడ నాగిపోవును. వానికి కంపనస్థితిగూడ నుండదు. ఇందుచేతనే మనయిండ్లలో కంచుచెంబుగాని, యిత్తడి గిన్నెగాని ఏదైన తగిలి ధ్వనిచేయుచున్న, దానిని చేతితో తాకి ధ్వనిచేయుటను మాన్పుదురు. కాబట్టి ధ్వనికి మూలము, పదార్థముయొక్క అణుకంపనము. కొన్ని (కంచు, వెండి మొ॥) వస్తువులయందు ఈ కంపనము ఎక్కువగా నుండును. కనుకనే యవి యెక్కువ ధ్వని చేయును. మరికొన్ని (మట్టిముద్ద, యిసుకకుప్ప, బట్టలమూట మొ॥) ఎక్కువగా కంపింపవు. అట్టివి యెక్కువధ్వనిగూడ చేయవు.



63 వ పటము.

ధ్వనియనునది వస్తువులయొక్క కంపనమువలన గలిగిన, శక్తివిశేషము. ఎంతదూరముననో కంపించుచున్న వస్తువునుండి వచ్చుశబ్దము, దూరముననున్న మన కెట్లు వినబడును? ప్రతివస్తువుచుట్టును వాయువు గలదు. ఆవస్తువుయొక్క అణువులు ఏకారణముచేతనైన కంపించుచుం

రెంటిని స్వేచ్ఛగా విడిచి పెట్టుము. అప్పుడు ఒక చివరనున్నదానిని (1) కొంచెము దూరము లాగి వ్రేలితో గట్టిగా ప్రక్కదానిని (4) తాకునట్లు త్రోయుము. అప్పుడు 2, 3, 4 కదలకయే యుండును. 5వది మాత్రము కదులును. ఇట్లు చాల నాణెములను గాని, బంతులను గాని, అట్టి మరి యే యితర వస్తువులనుగాని పెట్టి తిరిగి అట్లేచేయుము.

అన్నిటియందునుగూడ చివరనున్న యొక్కటియే కదలుచున్నది. మధ్యవన్నియు తమతమ స్థలములను మాత్రము మార్చక, కంపనమును మాత్రము చివరకు తీసికొని పోవుచున్నవి. అనగా 1వ నాణెము 2వ నాణెమునకు కంపనమొసగును. అది తాను కదలకయే తన కంపనమును 3వ నాణెమునకు నిచ్చును. అదియు దానుకదలక తన కంపనమును 4వ దాని కొసగును. అదియు నట్లుచేసి 5వదానిని కంపింపజేయును. 5వది చేతితో నొత్తిపట్టబడనందున కంపన మహిమచే గదలును. ఇట్లే శబ్దము పుట్టుచోటను, మన చెవివద్దను తప్ప, మధ్యనుండు అణువులన్నియు తమ తమస్థలములయందు తాముండి, తాము గ్రహించిన కంపనమునుమాత్రము తమద్వార యితరులకు అందించుచుండును.

ఇట్లు కంపనము, దానివలన కలుగు శబ్దము, ఒక అణువునుండి మరియొకదానికిపోయి మన చెవియొద్దకు వచ్చుటకు కాలవ్యవధి ఏమైన యగునా? ధ్వని పుట్టినచోటునుండి మన చెవులవరకు వచ్చుటకు కొంత కాలము పట్టును. మనమెప్పుడైన చాకిరేవులోనికి బోయి చాకలివాండ్రు బట్టలు ఉతుకుట కొంచెముదూరము చూచిన నీ సంగతి తెలియగలదు. చాకలివాడు బట్టను రాతిమీదవంగికొట్టును; అట్లు వంగికొట్టుట దూరము నుండి చూడగలము. వాడు వంగినప్పుడే బట్ట రాతికి తగిలి శబ్దము పుట్టించును. వాడువంగి బట్టను కొట్టుట మనకగపడినను శబ్దము మనకు వెంటనే వినబడదు; కొంతసేపటికి వినబడును.

ఇట్లే దూరమున వేటకాడు పిట్టను కొట్టుటకై తుపాకి కాల్చిన మంట కనుపడిన కొంతకాలమునకుగాని శబ్దమువినబడదు. ఉరుము మెరుపు

లొక్క కాలమందు బుట్టినను మెరుపు కానవచ్చిన కొంతకాలమునకు గాని యురుము వినరాదు. దీనినిబట్టి శబ్దము ఒకచోటునుండి మఱియొక చోటికి పోవుటకు కొంత కాలము పట్టును అని తెలియుచున్నది. అది ఎంత వేగముతో బోవునో కనుగొందము.

గాలిలో శబ్దవేగమును కనుగొనుట.

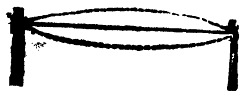
కొంతదూరమున తుపాకినికాల్చి మంట కనబడుటకును, శబ్దము వినబడుటకును మధ్యకాలము జాగ్రతగా కనుగొనుము. ఆకాల మాధ్వని యంతదూరము పోవుటకు కావలసినకాలమై యుండును. దానిని బట్టి 1 సెకను (చిటిక)లో నెంతదూరము పోవునో తెలియును. 10 సెకనులలో 11,000 అడుగుల దూరమున బుట్టిన శబ్దము వినబడునని దెలిసికొనిన, సెకనుకు 1100 అడుగులు పోగలదని వెంటనే తెలియగలదు. అదియే ధ్వనివేగము.

ఒకచెరువులో దూరముగా ఇద్దరు మునిగి, అందులో నొక డేదైన ధ్వని చేసిన రెండవవానికి వినబడును. ఒకవంతెనవద్దకుబోయి, దానిప్రక్కనుండు ఇనుప ఊచల రెండుచివరలను ఇద్దరుండి ఒకడు ఒక చివరను సూదితోగీచిన, ఆచిన్నధ్వని రెండవకొనకు వినబడును. ఒకపొడుగు దూలము రెండుచివరల నిద్దరు నిలువబడి యొక డొకవైపుచివరను గుండు సూదితో గీచినయెడల రెండవచివరనున్నవాని కాశబ్దము స్పష్టముగా వినబడును. కాబట్టి శబ్దము, గాలిలోనేగాక, ద్రవపదార్థములయందును ఘనపదార్థములయందును గూడ పోగలదు. 'శబ్ద వహనము'నకు పదార్థము ముఖ్యము. పదార్థము ద్వారాగాని శబ్ద మెచ్చటికిని పోజాలదు. ద్రవ పదార్థములయందు గాలియందుకంటె 4 రెట్ల, వేగములోను ఘనపదార్థములయందు 10 రెట్లవేగముతోను బోవును. అయిన, దానివేగము ఆయా పదార్థముల 'సాంద్రత'ను బట్టి యుండును. సాంద్రత హెచ్చిన శబ్ద వేగముగూడ హెచ్చును.

రము ఎక్కువగా నుండును. ఒకడు ఎక్కువ స్థాయిలో పాడినను, దూరమునకు వినబడక పోవచ్చును. అనగా దాని అంతరము తక్కువగాని, దాని స్థాయి తక్కువగాదు. దీనినిబట్టి యీ రెండు పదములకుగల భేదము తేటబడుచున్నది.

గడియారమును చేతితో పట్టుకొనిన, అది తిరుగుచున్నదో లేదో, చెవియొద్ద పెట్టుకొనినగాని చెప్పజాలము. దానినే ఒక బల్లమీద బెట్టిన, దూరమునుండిగూడ అది కొట్టుచున్నది లేనిది జెప్పవచ్చును. దానిని బల్లమీద పెట్టినప్పుడు దానిశబ్దము హెచ్చినట్లుగూడ కనబడును. అది నిజముగా హెచ్చినదా? కారణమేమి? దానిని బల్లమీద బెట్టినప్పుడు దాని అణువులేగాక, బల్ల అణువులుగూడ కంపించుచుండును. ఇట్లు కంపించుచుండు అణుసంఖ్య హెచ్చుటచే శబ్దముగూడ హెచ్చును. ఈ కారణమువనే వాద్యవిశేషములన్నిటియందును, ముఖ్యముగా మ్రోగునట్టివి గాను మరికొన్నిగూడ వాని సమీపముననుండి వానితో చేర్పబడి యుండును. బుర్రలేని తంబుర బాగుగ వాగనేరదు. వీణకుగూడ శబ్దము, బుర్రను బట్టి యుండును, ఇట్లే వాద్యవిశేషములన్నియు నని తెలిసికొనవలెను.

పైని చెప్పినదానిని బట్టి ఒక తీగెను అంతరము హెచ్చించి దానినుండి వచ్చుశబ్దమును గూడ హెచ్చింప వచ్చునని తెలియును. అయిన నొకశబ్దముయొక్క స్థాయిని హెచ్చించుట యెట్లని యడుగవచ్చును.


68వ పటము.

ఒక తీగెను రెండు కొనలలో బంధించి, మధ్య కదిలించి విడిచిన అది యిటు అటు కంపించును. అట్లు కంపించుటచే శబ్దము పుట్టును. ఇప్పుడు దానినుండి వచ్చుశబ్దముయొక్క స్థాయి హెచ్చింపవలెననిన ఆ తీగెను పొట్టిచేసి మీటవలెను. ఇట్లు అంతకంతకు పొట్టిచేసి మీటిన స్థాయి హెచ్చును. అనగా అది యెక్కువసార్లు కంపించును. కాబట్టి పొడుగు

లొక్క కాలమందు బుట్టినను మెరుపు కానవచ్చిన కొంతకాలమునకు గాని యురుము వినరాదు. దీనినిబట్టి శబ్దము ఒకచోటునుండి మఱియొక చోటికి పోవుటకు కొంత కాలము పట్టును అని తెలియుచున్నది. అది ఎంత వేగముతో బోవునో కనుగొందము.

గాలిలో శబ్దవేగమును కనుగొనుట.

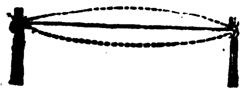
కొంతదూరమున తుపాకినికాల్చి మంట కనబడుటకును, శబ్దము వినబడుటకును మధ్యకాలము జాగ్రతగా కనుగొనుము. ఆకాల మాధ్వని యంతదూరము పోవుటకు కావలసినకాలమై యుండును. దానిని బట్టి 1 సెకను (చిటిక)లో నెంతదూరము పోవునో తెలియును. 10 సెకనులలో 11,000 అడుగుల దూరమున బుట్టిన శబ్దము వినబడునని దెలిసికొనిన, సెకనుకు 1100 అడుగులు పోగలదని వెంటనే తెలియగలదు. అదియే ధ్వనివేగము.

ఒక చెరువులో దూరముగా ఇద్దరు మునిగి, అందులో నొకడేదైన ధ్వని చేసిన రెండవవానికి వినబడును. ఒక వంతెనవద్దకుబోయి, దాని ప్రక్కనందు ఇనుప ఊచల రెండుచివరలను ఇద్దరుండి ఒకడు ఒక చివరను సూదితో గీచిన, ఆ చిన్నధ్వని రెండవకొనకు వినబడును. ఒక పొడుగు దూలము రెండుచివరల నిద్దరు నిలువబడి యొకడొక వైపుచివరను గుండుసూదితో గీచినయెడల రెండవచివరనున్నవానికా శబ్దము స్పష్టముగా వినబడును. కాబట్టి శబ్దము, గాలిలోనేగాక, ద్రవపదార్థములయందును ఘనపదార్థములయందును గూడ పోగలదు. 'శబ్దవహనము'నకు పదార్థము ముఖ్యము. పదార్థము ద్వారాగాని శబ్ద మెచ్చటికిని పోజాలదు. ద్రవపదార్థములయందు గాలియందుకంటె 4 రెట్ల, వేగముతోను ఘనపదార్థములయందు 10 రెట్లవేగముతోను బోవును. అయిన, దానివేగము ఆయా పదార్థముల 'సాంద్రత'ను బట్టి యుండును. సాంద్రత హెచ్చిన శబ్దవేగముగూడ హెచ్చును.

రము ఎక్కువగా నుండును. ఒకడు ఎక్కువ స్థాయిలో పాడినను, దూరమునకు వినబడక పోవచ్చును. అనగా దాని అంతరము తక్కువగాని, దాని స్థాయి తక్కువగాదు. దీనినిబట్టి యీ రెండు పదములకుగల భేదము తేటబడుచున్నది.

గడియారమును చేతితో పట్టుకొనిన, అది తిరుగుచున్నదో లేదో, చెవియొద్ద పెట్టుకొనినగాని చెప్పజాలము. దానినే ఒకబల్లమీద బెట్టిన, దూరమునుండిగూడ అది కొట్టుచున్నది లేనిది జెప్పవచ్చును. దానిని బల్లమీదపెట్టినప్పుడు దానిశబ్దము హెచ్చినట్లుగూడ కనబడును. అది నిజముగా హెచ్చినదా? కారణమేమి? దానిని బల్లమీదబెట్టినప్పుడు దాని అణువులేగాక, బల్ల అణువులుగూడ కంపించు చుండును. ఇట్లు కంపించుచుండు అణుసంఖ్య హెచ్చుటచే శబ్దముగూడ హెచ్చును. ఈకారణమువనే వాద్యవిశేషములన్నిటి యందును, ముఖ్యముగా మ్రోగునట్టివి గాను మరికొన్నిగూడ వాని సమీపముననుండి వానితో చేర్పబడి యుండును. బుర్రలేని తంబుర బాగుగ వాగ నేరదు. వీణకుగూడ శబ్దము, బుర్రను బట్టి యుండును. ఇట్లే వాద్య విశేషములన్నియునని తెలిసికొనవలెను.

పైని చెప్పినదానిని బట్టి ఒకతీగెను అంతరము, హెచ్చించి దానినుండి వచ్చుశబ్దమును గూడ హెచ్చింప వచ్చునని తెలియును. అయిన వొకశబ్దముయొక్క స్థాయిని హెచ్చించుట యెట్లని యడుగవచ్చును.


68వ పటము.

ఒకతీగెను రెండు కొనలలో బంధించి, మధ్యకదిలించి విడిచిన అది యిటు అటు కంపించును. అట్లు కంపించుటచే శబ్దము పుట్టును. ఇప్పుడు దానినుండి వచ్చుశబ్దముయొక్క స్థాయి హెచ్చింపవలెనవిన ఆతీగెను పొట్టిచేసి మీటవలెను. ఇట్లు అంతకంతకు పొట్టిచేసిమీటిన స్థాయి హెచ్చును. అనగా అదియెక్కువసార్లు కంపించును. కాబట్టి పొడుగు

తగ్గించుటచే స్థాయిహెచ్చింపవచ్చునని దెలియును. గనుకనే వీణపాటకుడుగాని ఫిడీలుపాటకుడుగాని ఒకతీగెను ఎక్కువ స్థాయిలో వాయించుటకు దానిచెవి త్రిప్పిత్రిప్పి తీగపొడుగును తగ్గించుచున్నాడు. సాధారణముగా ఆడువాండ్ర కంఠము మగవాండ్ర కంఠముకంటె నెక్కువ శ్రావ్యముగానుండును; స్త్రీలు మగవారికంటె నెక్కువ స్థాయిలోగూడ పాడగలరు. దీనికికారణము వారి స్వరముచీలికలు (Vocal Cards) స్వాభావికముగా పురుషులవానికంటె పొట్టివిగా నుండును. అందుచేతనే వారు ఎక్కువ స్థాయిలో పాడగలరు. స్థాయిహెచ్చిన పాట యెక్కువ యింపుగగూడ నుండును.

జాతి (Timber): ఒకేమాటను అనేకులు ఉచ్చరించుట, ఒకే రాగమును అనేక పాటకులు పాడుట, ఒకే రాగమునుగాని కృతినిగాని అనేకయంత్ర సాధనములతో వాయించుట, మన మెరుంగుదుము. అయిన ఒక దానికిని మరియొక దానికిని భేదముండును. ఒకకృతిని వీణమీదను, ఫిడీలు మీదను గూడ వాయించిన, దేనిమీద వాయించినదియు మనము శబ్దమువినగానె చెప్పగలము. కాబట్టి రాగముగాని కృతిగాని యొకటైనను, మరియొకభేదము గలదనియు, దానివలన మనము దేనిమీద వాయించినది సులభముగా గ్రహింప గలమనియు తెలియును. అట్టి భేదము సాధారణముగా నాటు వాద్యములందు ఉపయోగించు బుర్రలు తీగలు మొదలైన వానిని బట్టి యుండును. ఇట్టి భేదము కలిగించునట్టి గుణము, జాతి యనబడును; లేక ఆయాశబ్దములయొక్క జాతి వేరుగా నుండునని చెప్పబడును.

ప్రతిధ్వని: బయలు ప్రదేశమున బోవుచు చేతులు తట్టుట గాని మరి యేధ్వనినిగాని చేసిన, మనకు తిరిగి యొకధ్వని వినబడును. ఆ ధ్వని మనము చేసిన ధ్వనివలెనే యుండును. ఇట్టిది, మనము కొన్ని యిండ్లముందు, పెద్దగోడలు గలచోట, ముఖ్యముగా కొండలు గలచోట, సాధారణముగా వినుచున్నాము. మనము చేసినధ్వనియే తిరిగి రెండవ మారు

మనకు వినబడుచున్నది. ఒకబంతిని గోడమీద కొట్టిన, ఆబంతి తిరిగి మనయొద్దకు వచ్చును. ఆవిధముననే, ధ్వనిగూడ, ఒక గోడకుగాని, కొండకు గాని, తగిలి తిరిగి మనవైపునకువచ్చును. అట్లు, తిరిగివచ్చి మన చెవిలోని దుందుభివంటి చర్మమును కంప మొందించుటచే, తిరిగి ఆధ్వని నే రెండవతూరి విందుము. ఇది, మనముచేసిన ధ్వనికి ప్రతిగా నుండుటచే 'ప్రతిధ్వని' యనబడును.

మన మొకగదిలో గూర్చుండి, ధ్వనిచేసిన, ఆగదికి నాలుగు వైపులను గోడలున్నను, ఏల ప్రతిధ్వని వినరాదని యడుగవచ్చును. అయిన నిక్కడ మనము శబ్దము చేయుటకును, అది గోడలను తాకి తిరిగివచ్చి మన చెవినిబడుటకును గల మధ్యకాలము బహుస్వల్పముగా నుండుటచే, రెండుశబ్దములను మనము వినలేకున్నాము. రెండు శబ్దములును కొంచెము హెచ్చుతగ్గుగా ఒకేసారి మన చెవిని బడుటచే రెంటిని మనము విడిగా వినలేము. రెండు కొండల మధ్యనుండు త్రోవలో బోవునపుడు చప్పట్లుగొట్టిన, మనకు ఎన్నిధ్వనులు వినబడును?। మనధ్వనియొకటి, తరువాత రెండుకొండలవలన గలిగిన రెండు ప్రతిధ్వనులు; అనగా 3 ధ్వనులు. శబ్దము ఒకచోటునుండి మరియొకచోటికి బోవుటకు కాలము పట్టుటనుగూర్చియు, దాని వేగమును గూర్చియు నిదివరకే చెప్పబడినది. కొండ దూరముననుండిన, ధ్వని కొండయొద్దకు బోయి తిరిగివచ్చుటకు కొంత కాలము పట్టును. దూర మెక్కువయిన కాలముగూడ నెక్కువగును. శబ్దవేగము మనకు తెలిసియుండుటచే, కాలమును మనము కనుగొనిన దూరమును తెలిసికొనవచ్చును.

ప్రతిధ్వనినిబట్టి దూరము తెలిసికొనుట.

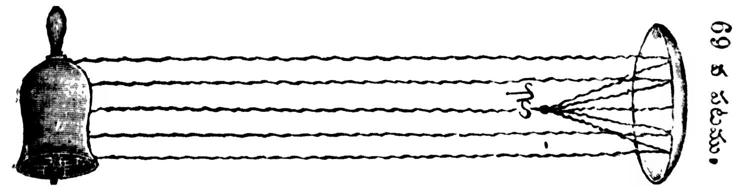
ఒక శబ్దమునుచేసి దాని ప్రతిధ్వని తర్వాత ఎన్నిసెకనులకు వినబడునో జాగ్రతగా కనుగొనుము. 10 సెకనులలో వినబడిన దనుకొనుము. 0 సెకనులలో శబ్దము ఎంతదూరము పోగలదు? 10 × 1100 =

11000 పదునొకండు వేల అడుగులు పోగలదు. ఆ శబ్దము మీయొద్దనుండి బయలుదేరుటచే, మీయొద్దనుండి కొండవరకుపోయి, తిరిగి మీవద్దకు వచ్చువరకు గలదూరము 11,000 అడుగులు. అనగా మీకును కొండకును గలదూరము అది రెండుసార్లు ప్రయాణము చేయవలసి వచ్చెను. కాబట్టి మీకును కొండకును గలదూరము, అది ప్రయాణముచేసిన దూరములో సగమై యుండును. అనగా 5,500 అడుగులు. ఇట్లు ప్రతిధ్వనిని బట్టి దూరము కనుగొనవచ్చును. శబ్దవేగము మనకు తెలియని యెడల దూరమును కనుగొనుటకు వీలులేదు. అయిన దూరము మనకు తెలిసిన, వేగమును కనుగొనవచ్చును.

ధ్వనిపరావర్తనము.

(REFLECTION OF SOUND.)

నిశ్చలమైన నీటిలో చిన్నరాయి వైచిన, దానిచుట్టును చిన్నచిన్న అలలుపుట్టి, అవి క్రమక్రమముగా వృద్ధియగును. ఆలాగుననే, గాలియందు, ఒక శబ్దము చేసిన, అది ఆప్రదేశముచుట్టును చిన్నచిన్న తరంగ



69 వ పటము.

ములవలె బయలుదేరి, అంతకంతకు ఎక్కువగును అని యిదివరకు చెప్పియున్నారము. కనుకనే అన్ని వైపులకును శబ్దము వినబడును. అట్లు శబ్దతరంగములు పోవునప్పుడు వాని మార్గ మధ్యమున ఒక 'సిబ్బి' లేక పుటాకారముగల వస్తువును బెట్టిన నేమగును? అట్టి సిబ్బిని వానిమార్గములో బెట్టి, దానికి సమీపమున చెవియొగ్గి వినుడు. అప్పుడు మీ చెవిలో నొకశబ్దము వినబడును.

ఇదేలయనగా, దానిమీదబడు శబ్దతరంగము లన్నియు నెదురు తిరిగి వెనుకకు బోవుటలో అన్నియు నొకచో చేరును. ఇది సిబ్బివంటి వస్తువులయొక్క సహజగుణము. అవన్నియు కలిసికొను ప్రదేశము, ఆ పుటాకారముగల సిబ్బియొక్క 'కేంద్రము' (Focus) అనబడును. కాబట్టి శబ్దతరంగములన్నియు దాని కేంద్రములో జేరుచున్నవని తెలియును. అన్ని తరంగములును అక్కడ చేరుటచే, పెద్దశబ్దము వినబడును. ఆకేంద్రముదగ్గర సరిగా చెవిపెట్టిన తక్కినచోట్లకంటె బిగ్గరగాను బాగుగాను వినబడును. పైనిచెప్పినదాని యుపయోగము, పెద్దపెద్ద నాటక మంటపములలోను, ఉపన్యాసమంటపములలోను కనపడును. నటులుగాని ఉపన్యాసకులుగాని చెప్పుమాటలు దూరమునసుండు సభ్యులకు వినబడక బోవచ్చును. అట్లుగాకుండునట్లు చేయుటకు గోడలలో చుట్టును పుటాకారమువంటి ప్రదేశములుండిన, వానినుండి శబ్దమంతయు వానికేంద్రములోనికి తేబడి అక్కడ కూర్చుండువారికి వినబడునట్లు చేయును. ఇదియే యీయంశముయొక్క ముఖ్యప్రయోజనము. ఈ విషయమై యొకచిన్నకథ గలదు. పైజెప్పినటువంటి మంటపములలో నొకచోట నిద్దరు, ప్రియుడును ప్రియురాలును, ప్రతిదినమును వచ్చి తమ సంగతుల నొకరితోనొకరు చెప్పుకొని ముచ్చటించుచుండిరి. ఆ సంగతులన్నియు మరునాడు ప్రజల ధనమై యుండెడివి. ఇట్లు ప్రతిదినమును రహస్యము బయలుపడి వారి రహస్యకార్యము లన్నియు విఫలము లగుచుండుట చూచి, చేయునదేమి యని విచారించు చుండిరి. దీనికిగల కారణము పైనిచెప్పిన దానినిబట్టి చదువరులకు విదితమే.

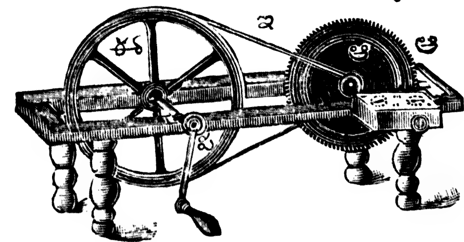
69వ పటమువలన ధ్వనియొక్క యలలెట్లు పరావర్తనమును (Reflection) చెందునో చూడగలరు. ఈ సిద్ధాంతమును జ్ఞప్తికి దెచ్చుకొని దీనిని యిండ్లుకట్టుటలో నుపయోగించెదరు. కొన్ని యిండ్లు కట్టుటలో ప్రతిధ్వనిని గూర్చి వింతయైన యేర్పాట్లు చేసెదరు. అందువలన అందు సన్నని ధ్వనిచేసినను దానిప్రతిధ్వని పెద్దదిగా వినబడును. విజాపురములో నొక

మసీదుకలదు. అందు గుమ్మటమువలెనుండు నొకపెద్దశిఖరము (dome) కలదు. దానిక్రిందిభాగము నూటయేబదియడుగు లనగా నేబదిగజములు పొడవుండును. దానిక్రిందనొకచివర నిలువబడి జేబులోగడియారముచేయు ధ్వని యంతతిన్నగా రహస్యమాడినను రెండవచివరనుండువారికి నదిచక్కగ వినబడును.

స్వరముయొక్క స్థాయిని కనుగొను యంత్రము.

సంగీతశాస్త్రమునకు స్వరములు మూలము. స్వరములు ఏడు: "స,రి,గ,మ,ప,ధ,ని". ప్రతిశబ్దమును పదార్థకంపనమువలన గలుగుచున్నది. ఆకంపనములసంఖ్య వేరుగానుండిన వేరుశబ్దముపుట్టును. ఈపైని చెప్పిన నేడు స్వరములు 'స' మొదలు, 'ని' వరకు ఒకదానికంటె నొకటి యెక్కువ యణుకంపనముల వలన గలుగును; 'ని' తరువాత తిరిగి వచ్చు 'స' కు మొదటి 'స'కంటె సరిగా రెట్టింపుస్థాయి యుండును. శబ్దముయొక్క స్థాయిని తెలిసికొనుటకొక సాధనముగలదు. దానిని 'సావార్టుపండ్లచక్ర' మందురు.

ఈయంత్రము రెండుచక్రములు గలిగి యుండును; అందొకటి రెండవదానికంటె పెద్దది. పెద్దదాని యంచుమీదనుండి, చిన్నదాని యిరుసు మట్టు దిరిగెడి యొకతోలు పట్టయుండును.



70 వ పటము.

పెద్దచక్రమునకొక పిడియుండును. ఆపిడితో చక్రమును త్రిప్పిన, చిన్నచక్రముగూడ తిరుగును. పెద్దచక్రమును వడిగా త్రిప్పిన,

చిన్నది యంతకంటె వడిగా దిరుగును. అది వడిగా దిరిగినప్పుడు దాని పండ్లొక కాగితపు అట్టముక్కను తాకి, శబ్దమొకటి బుట్టును. అట్లు బుట్టిన శబ్దము, మనకు కావలసినదానికి సరిగానుండువరకును చక్రమును వడిగాద్రిప్పుచు, మనకు కావలసినశబ్దము పుట్టినప్పుడు దానినాపి, దాని ప్రక్కనున్న గడియారమునంటిదానిలో చూచిన, చక్రము నిమిషమునకు కన్నిచుట్లు దిరుగునో దెలియును. దానినిబట్టి చిన్నచక్రము సెకనుకు 500 సార్లు తిరుగునని దెలిసిన, దానికేబది పండ్లుండినయెడల, దానివలన గల్గు శబ్దముయొక్క స్థాయి 500 × 50 = 2500 అని దెలియును. ఇట్లు వేరువేరుశబ్దముల స్థాయిని దీనిసహాయమువలన దెలిసికొనవచ్చును.

శబ్దము బాగుగ వినబడుటకు కారణములు.

(1) శబ్దమును గలిగించు పదార్థముయొక్క యణుకంపనము హెచ్చుగానుండిన, శబ్ద మెక్కువ స్థాయిలో వినబడును. దాని యణువుల యంతర మెక్కువైన, నెక్కువ బిగ్గరగా వినవచ్చును.

(2) శబ్దించుచున్న పదార్థముచేరువనున్న నితర పదార్థములు, దాని కంపనతోగలిసి, కంపింపగలవై యుండిన, శబ్దము గట్టిగా వినబడును. మనము ఇత్తడి బిందెలు, రేకుడబ్బాలు గల గదిలో మాట్లాడిన, నవన్నియుగూడ మోతమోసినట్లు వినబడును; వీణె, తంబుర, ఫిడీలు మొదలయిన వాద్య విశేషములలో పెద్దపెట్టెలు, బుర్రలు మొదలయినవి యుండుటకు కారణమిదియే.

(3) శబ్దము వ్యాపించుయాననము (Medium)యొక్కసాంద్రత హెచ్చిన శబ్దము బిగ్గరగా వినబడును; మనము వాతరేచకము యొక్క గ్రాహకములో శబ్దించువస్తువును బెట్టి, గాలిని దీసివేసిన, దానిశబ్దము తగ్గుచున్నట్లు గనబడును. దానికి కారణము, అందలి గాలియొక్క సాంద్రత తగ్గుటయే. మనము తిరిగి గాలిని గ్రాహకములోనికి విడిచిన శబ్దము ఎప్పటియట్ల వినబడును. గాలికిబదులు పొగనుగాని, గాలికంటె నెక్కువ సాంద్రత గల్గిన బొగ్గుపులుసుగాలివంటి వాయుపదార్థమునుగాని నందులోనికి విడిచిన మొదటికంటె నెక్కువగా శబ్దము వినబడును. ఆకాశమంతయు మంచు కమ్మినదినమున, శబ్దము బాగుగ వినబడును.

(4) శబ్దము గాలికెదురునకంటె గాలివాటున బిగ్గరగావినబడును.

(5) శబ్దించువస్తువు చేరువకు వచ్చినకొలది శబ్దము బిగ్గరగా వినవచ్చును; పొగబండి కూత దూరమున నున్నప్పటి కంటె సమీపమున నున్నప్పుడు బిగ్గరగా వినబడును, దీనికి కారణము బండి నడుచుచుండుటచే, దానిశబ్దమొకటే స్థాయిలో నుండినను, దాని వేగమువలన, మనచెవిలోనికి నెక్కువ కంపనములు తేబడును; అందుచే, దాని స్థాయి గూడ హెచ్చినట్లు గనబడును; అది నిజముగాదు.

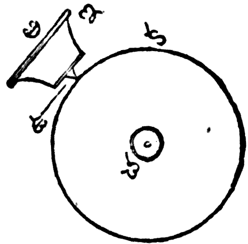
ఫోనోగ్రాఫ్.

ధ్వని గాలిలోబుట్టు కంపనమువలన గలుగుచున్నదని యిదివరకు చెప్పియున్నాము. ఈ మాటయే నిజమైనయెడల మరల నట్టికంపనమే కలిగిన నట్టిధ్వనియే పుట్టవలెను. అనగా నిప్పుడు మనమొక పాటపాడితిమి; అందువలన గాలిలో గంపనముపుట్టి అదికారణముగా నితరులకు నా పాట వినబడును. కావున నేదో యుక్తిచేత మరల నట్టి కంపనమే గాలియందు పుట్టించి యట్టియలలే గలుగజేసినయెడల నితరులకు మరల నా పాటయే వినబడవలెను. అట్లు వినబడిన యెడల గంపన సిద్ధాంతము సత్యము. ఈ యంశమును జ్ఞప్తియుంచుకొని యమెరికా దేశస్థుడగు ఎడిసన్ అను శాస్త్రజ్ఞ శిరోమణియొకడు 'ఫోనోగ్రాఫ్' అనగా 'ధ్వని

లేఖను' మనుయంత్రమును కనిపెట్టెను. ఈయంత్రము నెదుట మన మొక్క సారి పాటబాడినను, ఒకమాట మాట్లాడినను దానిని మరల సర్వకాల సర్వావస్థలయందును అందరును వలయునప్పుడు వినవచ్చును.

ఈ యంత్రముయొక్క రచన.

ఈ యంత్రముయొక్క ముఖ్యరచన యిచ్చట వర్ణింపబడును. 71వ పటము చూడుము. 'అ' అనునది మూతిగొట్టము (Mouth piece). దీని యొద్ద మూతిపెట్టి మనమేమియైనను మాట్లాడవలయును. 'ఇ' అనునది పల్చని గాజు'రేకు' (Drum skin). ఇది గాజుతోగాని ఉక్కుతోగాని మిక్కిలి పల్చగాను, నగారాలమీది తోలువలెను చేయబడును. మూతిగొట్టములోనుండి వచ్చెడి ప్రతిమాటకును ఈ రేకు కదలుచుండును. గట్టిగామాట్లాడిన ఈ రేకు విశేషముగా కదలును. తిన్నగామాట్లాడినకొద్దిగాకదలును. ఈ రేకుకుదగిలి మిక్కిలిసన్నని మొనగల ముల్లు (Graving point) ఉండును. 'రేకు' ఎట్లెట్లు కదలునో యీ ముల్లుగూడ అట్లట్లె కదలును. ఈ ముల్లుయొక్క కొనకు మరియొక మెత్తనిపదార్థమేదైన తగిలియుండిన యెడల ఈ ముల్లు మనము 'అ'ను మూతిగొట్టములో మాట్లాడిన కొలదిని కదిలి, తనకొస మొనచేత ఆ మెత్తని పదార్థముమీద గుర్తులు చేయగలగు. 'క' అనునది యొక గొట్టము. దీనిని మనము'మైనపుగొట్టము'(Cylinder)అందము. ఈగొట్టము సీనారేకుతో చేయబడి బోలుగానుండును. దానిమీద మైనము పూయబడియుండును. 'క' అని చూపబడినది యీ గొట్టముయొక్క మైనము పూయబడిన పైభాగము. 'చ' అనునది యీ గొట్టములోని బోలు భాగము. అందులోనొక కాడ వేయబడును. ఈ గొట్టము దానిచుట్టు తిరుగుచుండును. మైనము పూయబడిన 'క' అను పైభాగము 'ఉ' అనుముల్లు చివర తగిలియుండును.



71 వ పటము.

యంత్రము పనిచేయు విధము.

మూతిగొట్టమునొద్దకువచ్చి యెవరైన నొకపాట కొంచెము బిగ్గరగా పాడినయెడల అందలి ప్రతిధ్వనికి తగినట్లు ఎక్కువగనో తక్కువగనో 'ఇ' రేకు కదలును, అనగా కంపనము చెందును. దానిని అనుసరించియే 'ఉ' అను ముల్లు కదిలి దానికొన మైనముమీద చిన్న చిన్న గుంటలు పెద్దపెద్ద గుంటలు, గీట్లు చెక్కను లేక వ్రాయును. ఇట్లు మైనపుగొట్టముమీద పాటయంతయు సూదిచే వ్రాయబడును. ఈవ్రాత మనవ్రాత కాదు. గుంట మిట్టలవ్రాత!



72 వ పటము.

ఇక మన మీ పాటను మరల వినవలయును. అదెట్లు సంభవించును? ఇంకేమియు లేదు. పాట ప్రారంభమైనపుడు మైనపుగొట్టమీద ముల్లు ఎచ్చట నుండెనో యచ్చట దానిని పెట్టి గొట్టమును త్రిప్పుము. అప్పుడు ఆ ముల్లు అదివరకు చేయబడిన యెత్తు మిట్టలలో బడుచు కంపనము చెందును. దానికి దగిలి యుండుటచే 'ఇ' రేకుగూడ కదలును. పాట పాడినప్పుడు నది యేవిధమున, నెన్నిరీతుల గంపనము చెందెనో యన్నివిధములను అన్నిరీతులను కంపనముచెంది మూతిగొట్టముద్వారా గాలిలో కంపనము కల్పించును. పాట పాడినప్పుడు

గాలిలో నెట్టికంపనముకలిగెనో యెట్టి యలలుపుట్టెనో యిప్పుడును అట్టి కంపనమే, అట్టి యలలే పుట్టును. అందువలన మొదట పాడబడిన పాట మనకు మరల గాలిలో స్పష్టముగా వినవచ్చును! ఇది గొప్పవింత.

రెండవతడవ ఉపయోగించు 'ఉ' అను సూదిమొన మొదటి తడవ ఉపయోగింపబడిన సూదిమొనకంటె సన్నముగా నుండును. మైనపు గొట్టము మరియొక చిన్నయంత్రసాయముచే తిన్నగా గుండ్రముగా తిరుగుచు వెనుక వెనుకకు జరుగుచుండును. అందుచే గొట్టము చుట్టంతయు సూదిచే వ్రాయబడును. ఒకపాటకుగాని యుపన్యాసమునకు గాని గొట్టము చాలనియెడల పెక్కుగొట్టములను ఉపయోగించెదరు. ఒకసారి వ్రాయబడిన మాట లక్కరలేనియెడల దానిని గీకివేసి గొట్టమును మరల వేరుమాటలకు నుపయోగించెదరు.

గ్రామోఫోన్.

ఇటీవల ఫోనోగ్రాఫులో కొన్ని సంస్కారణములుచేసి 'గ్రామోఫోన్' అను యంత్రమును చేసినారు. ఈయంత్రమంతయు 'ఫోనోగ్రాఫ్' వంటిదే. కాని యిందు మైనపుగొట్టమునకు బదులుగా మైనపు పళ్లెములు (Discs) ఉపయోగించెదరు. ధ్వనిలేఖనమంతయు ఈ పళ్లెములమీద చేయబడును. 'ఫోనోగ్రాఫ్'కంటె గ్రామోఫోనులో ధ్వని స్పష్టముగా వినబడును. 72 వ పటము చూడుము.

స్వరముల యనువాదిత్వము.

(RESONANCE OF SOUNDS.)

ఒకతంబురయైనను, వీణయైనను తీసికొని దానియొక్క సమానవిధమైన రెండుతీగెలను బిగించి మేళవింపుము. అప్పుడా రెండిటినుండియు నొక్కవిధమైన స్వరమువచ్చును. చిన్నకాగితము తునకతో బొమ్మలుచేసి యీరెండు తీగెలలో నొక్క దానిమీద నాబొమ్మలను గుఱ్రముమీద కూర్చుండబెట్టినట్లు కూర్చుండబెట్టుము. మేళవించిన రెండవతీగెను వాయిం

చినయెడల మొదటితీగెయు గదిలి దానిమీది బొమ్మలుకొన్ని క్రిందపడును. ఇట్లెందుకగును ? రెండవతీగె వాయించినప్పుడు గాలిలో చలనముపుట్టి యుత్పన్నమైన యలలను మొదటితీగె గ్రహించెను. అందుచే దానికి నుల్లాసముగలిగి యది కదలెను. ఆమొదటితీగెమీది బొమ్మలనుతీసి రెండవ తీగెమీదపెట్టి, మొదటిదానిని మీటినప్పుడు రెండవదానిమీది బొమ్మలు ఊగులాడి క్రిందబడును. ఈ రెండుతీగెలును మేళవింపఁబడినందున సమాన జాతి కంపనములను గ్రహించుశక్తి కలిగియుండును. ఇందువలన మనము నేర్చుకొనునది యేమనగా, వెలుపలనుండి వచ్చిన సమానజాతి కంపనములను ప్రతిపదార్థమును గ్రహించుచుండును. ఇట్లు కంపనములను గ్రహించు తీగెకు 'అనువాది' తీగె యనియు, ఈ వ్యాపారమునకు 'స్వరానువాద క్రియ' యనియు పేళ్లు.

ఇంతవరకు మనము ఒక తంబురమీది రెండు తీగెలతో ప్రయోగము చేసితిమి. ఇప్పుడు రెండు తంబురలు తీసికొని, ఒక్కొకదానిమీద నొక్కొక్క తీగెను గట్టిగా బిగించి రెండిటిని చక్కగ మేళవింపుము. తరువాత రెంటిని కొంచెము దూరముగానుంచి, యొకతీగెను వాయింపుము. ఇట్లు కొంచెము కాలమువరకు వాయించుచుండినయెడల రెండవతంబుర తీగెయు మెల్లగ మ్రోగ జొచ్చును. వినువారికిది యొకమహాద్భుతముగను, దైవిక చమత్కారముగను తోచును. కాని యిందు చిత్రమేమియులేదు. పైని వర్ణింపబడిన కంపన సిద్ధాంతమును జ్ఞప్తికి దెచ్చుకొనిన దీనికారణము తెలియగలదు. ఇప్పటి ప్రయోగములోని మొదటి తీగె కంపనమువలన అలలను పుట్టించును. గాలి యాయలలను అన్నిదిశలకు దీసికొనిపోవును. అవి తంబురయొక్క బుఱ్రమీదను, దానిలోని యితరబయలు ప్రదేశము మీదను పడును. అందలిగాలి చలనమునుబొంది తీగెను కదిలించును.

ఇట్లు ఒకతీగెలో పుట్టినధ్వనులను మరియొకతీగె గ్రహించువిధము చెప్పి, ధ్వనిని వినునట్టి మన చెవి, ధ్వనుల నెట్లుగ్రహించునో చూతము.

మనచెవిలో ధ్వనిని గ్రహించు తీగలనేకము లున్నవనుకొందము. ఆతీగలు గ్రహించు ధ్వనిని వెలుపల చేసినయెడల నవి యాధ్వనులను గ్రహించి కదిలి మన మస్తిష్కమునకు నాధ్వనిని తెలుపును. ఇట్లు తెలిపెడి తీగెలు మనచెవిలో లేనియెడల మనము చెవిటివార మగుదుము. ఇట్టితీగెలు చెవులోనున్నవా ? ఉన్నవి. కాని యవి లోహముతో జేయ బడినవికావు. వానిని మనము తంతువు లందుము. ఇవి మిక్కిలిసన్నవి. ఈ ధ్వని గ్రాహకతంతువులు మితముగా నున్నవి; అసంఖ్యములుగా లేవు. కావున నీతంతువులు గ్రహింపగలిగిన ధ్వనులే మనకు వినబడును. అవి గ్రహింపలేనిధ్వనులు గాలిలో నెన్నిపుట్టినను మనకు వినరావు. ఇట్లు మన శ్రవణేంద్రియము యొక్క శక్తి మిక్కిలి పరిమిత కలది. శబ్దము యొక్క స్థాయి (Pitch) సెకనుకు 30 కంపనముల కంటె తక్కువగా నుండినను 38000కంటె నెక్కుడుగానుండినను ఆశబ్దము మనకువినరాదు.

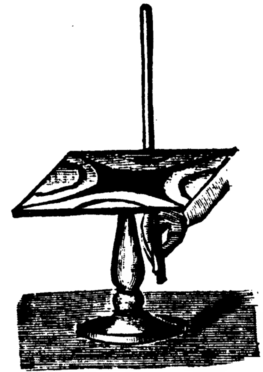
సంగీతము.

సంగీతమనగా మిక్కిలి మధురధ్వని. క్రమము తప్పక గాలిలో గలుగు చలనమువలన సంగీత ధ్వని పుట్టుచున్నది. ఇందుకు నిదర్శనముగా మనమొక ప్రయోగముచేయుదము. గుండ్రని వలయాకారము గల చిన్నచిన్న కఱ్ఱముక్కలను సంపాదింపుము. ఇందు వేరువేరు ముక్కల వలయములు వేరువేరు పరిమాణముగలవిగ నుండవలెను. ఈ కఱ్ఱ ముక్కలలో మొదట రెండంగుళములవలయముగల దానిని, తరువాత మూడంగుళములవలయముగల దానిని, పిమ్మట నాలుగంగుళముల వలయముగల దానిని ఈ క్రమమున నొకదానివెనుక మరియొకటి సమ కాలవ్యవధిలో త్వరత్వరగా నింకొక బల్లమీద నెత్తివేసిన వానియొక్క ధ్వనిభేదములును అన్నిధ్వనులు గలిసినందున గలిగిన మధురధ్వనియు మీకు వినబడగలదు.

సక్రమ(Regular)చలనమువలన సంగీత శ్రావ్యధ్వనిపుట్టుట కనుగొను నిమిత్తమై మనమింకొక ప్రయోగము చేయుదము. ఒకదానికంటె నొకటి పెద్దదిగానుండు ఏడు గాజుగిన్నెలను సంపాదింపుము. వానిలో నీళ్లు

పోసి వానిని వరుసగా భూమిమీదబెట్టుము. ఒకసన్నని కఱ్ఱతో నీయేడు గిన్నెలమీద ఒక్కొక్క దెబ్బవేసినచో నేడు విధముల ధ్వనులు పుట్టును. ఇవి స,రి,గ,మ,ప,ధ,ని అను సప్తస్వరములు. ఈ గిన్నెలను ఆకఱ్ఱతో సక్రమముగా నెన్నియో విధముల గొట్టి చక్కని వాద్యమువలె వాయింప వచ్చును. వేరువేరు క్రమమునకు వేరువేరు శ్రావ్య నాదములు పుట్టును. దీనిని మన దేశములో జలతరంగిణి యనెదరు.

క్రమము తప్పని కంపనమువలన సంగీతము కలుగునని చూపుటకు నొకప్రయోగము చేయుదురు. 10 చదరపు టంగుళములు వైశాల్యము గల యిత్తడి రేకు సంపాదించి, దానికొనలు కొంచెము గుండ్రముగానుండునట్లు చేయుము. అ రేకును ఒక కఱ్ఱ కాలు (Stand) మీద నిలువ బెట్టుము. సన్నని యిసుకదెచ్చి యీ యిత్తడిరేకుమీద చల్లుము. ఫిడీల్ కఱ్ఱను దీసికొని యా రేకు యొక్కయంచును తిన్నగా గీకుము. అందుండి మధుర ధ్వని పుట్టును. రేకుమీది యిసుక చక్కని నియమితాకారమును దాల్చును.

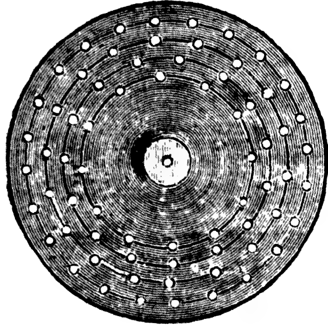


73 వ పటము.

రేకుయొక్క యింకొకవైపు అంచును కఱ్ఱతోగీచిన వేరుధ్వని వచ్చును; ఇసుక వేరువిధమైన నియమితాకారము దాల్చును. ఇట్లు చుట్టుగీయుచు పోయినయెడల రేకుమీది యిసుక భిన్నాకారముల దాల్చును. రేకు పగిలి యున్నయెడల నియమితాకారము రాదు; మధురధ్వనియు రాదు.

గాలిలో సక్రమముగననగా క్రమముతప్పక కంపనముకలిగిన నదియే సంగీతరూపమును ధరించుననుటకు నింకొక ప్రయోగము చేయుదుము. ఒక గుండ్రని యట్ట తీసికొని దాని మధ్యబిందువునొద్ద నొక చిల్లియు

అచ్చటనుండి యట్టయొక్క చివరవరకును సమానాంతరమునమీద నట్టయం తటను కొన్నిచిల్లులును చేయుము. ఇట్లుచేసి యా యట్టను ఒక ముల్లులో గ్రుచ్చి చుట్టు గిరగిర త్రిప్పుము. త్రిప్పుచు దాని రంధ్రములలో నుండి గాలిపోవునట్లుగా నొక సన్నగొట్టముతో నూదుచుండుము. ఇట్లు గాలి యా రంధ్రములలో సమాన కాలమునందు బోయి సక్రమకంపనము కలిగించును. అందుచే శ్రావ్యమైనధ్వని కలుగును.


74వ పటము.

ఇంతదూరముపోనేల? మన పిల్లనగ్రోవిని వాయించుచున్న పిల్లనగ్రోవిని మనముచూడలేదా? ఇందు నొక సన్ననివెదురుగొట్టము తప్ప మరియేముండును? అట్టిగొట్టములోనుండి సకల జగత్తును మోహింపజేయు వేణునాద మెట్లు కలుగును? సక్రమకంపనమువలననే. పిల్లనగ్రోవికి చిల్లులుండును. ఒకచివర నోటబెట్టుకొని మనమాగొట్టములోనికి గాలిని యూదికంపనముపుట్టించుచుందుము. ఆగాలి గొట్టముయొక్క రంధ్రములలో నుండి వెలుపలికిబోవును. కాని యారంధ్రములమీద మనము వ్రేళ్లుపెట్టి, వానిని ఒకప్పుడు మూయుటయు, ఒకప్పుడు తెరుచుటయు గలదు. ఇట్లు వ్రేళ్లయొక్క చలన మెంతక్రమముగనుండిన వేణుధ్వని యంత శ్రావ్యముగ నుండును. మనవ్రేళ్లవలన గాలియొక్క యణుకంపనమునకు క్రమముకలిగించుచున్నారము.

సంగీతముపాడు దీపము.

జలవాయువును నిర్మించువిధము రసాయనశాస్త్రములో వర్ణింపబడినది. ఆప్రకరణములో నుపయోగించునట్టి గాజుబుడ్డిని తీసికొని దాని బిరడాలోనుండి మరియొక సన్నగొట్టము వెలుపలికివచ్చునట్లు చేయుము. ఈగొట్టము చివర సన్నగానుండును. అందుండి జలవాయువు వెడలుచుండును. దానికి నిప్పుపుల్ల ముట్టింపుము. జలవాయువు కాలుచు ఒకవిధమైనవెలుతురు నిచ్చును. రెండుచివరలు తెరచియున్న సన్నగొట్టమును ఆజ్యోతిచుట్టును దిగవేయుము. జ్యోతిలోనుండి శ్రావ్యమైన నాదము వచ్చును. ఈ గొట్టముయొక్క పరిమాణమును బట్టి యాధ్వని తగ్గును హెచ్చును.

దీపములో నిట్టిసంగీత మెట్లు పుట్టునని చదువరు లడుగవచ్చును. జ్యోతి కంపనముచెంది చుట్టునున్న గాలిలోని యణువులను కంపింపజేయును. అందువలన ధ్వని కలుగును అని తెలిసికొనవలయును.

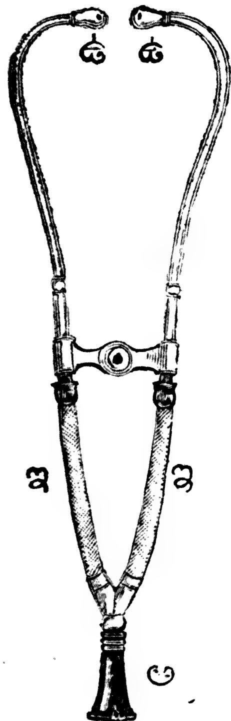
ధ్వనియంత్రములు.

ఇదివరకు వర్ణింపబడిన ధ్వని స్వరూపమును ననుసరించి కొన్ని ధ్వనియంత్రములు నిర్మింపబడుచున్నవి. వివాహాది కార్యములలో నూదబడు సన్నాయి, కొమ్ములు, సఫీరీలు మొదలయిన వాద్యములలో నూదెడిచోట సన్నని రంధ్రముండును. క్రమముగా నాగొట్టముల రంధ్రము పెద్దదియగును. బాకాయొక్క ధ్వని అంతపెద్దదిగా నేల యుండును? అందు నూదినందున పుట్టినధ్వని గాలిలో నలలు పుట్టించును. ఆయలలు బాకా గొట్టముయొక్క ప్రక్కభాగములకు దగిలి పరావర్తనము చెంది, వెలుపలికిబోను మార్గము లేనందున గొట్టముయొక్క యెదుటి భాగమునకు దగిలి మరల పరావర్తనముచెంది, యిట్లు లోన గిరగిర తిరుగుచు బాకాయొక్క చివరవరకుబోగా పరావర్తనముచే గలిగిన యాధ్వనియొక్క ప్రతిధ్వనులన్నియు గలిసి పెద్దవియై పెద్దధ్వనిని కలుగజేయుచున్నవి.

గొట్టముయొక్క పొడవునుబట్టి ధ్వని వినబడు అంతరము (దూరము) హెచ్చును తగ్గును. అందుచేతనే పెద్దగొట్టముగల బాకాయొక్క ధ్వని యితరధ్వనులకంటె దూరమువరకు వినబడును. ఇరువదియడుగుల పొడవు గొట్టముగల బాకాను గట్టిగా నూదినయెడల మూడుమైళ్లు దూరమువరకు వినవచ్చును.

హృదయశోధని.

ఈ ప్రక్క పటములో చూపిన హృదయశోధని (Stethoscope) అను ఉపకరణము చిన్న చిన్న శబ్దములను పెద్ద ధ్వనులుగా మార్చుటకు ఉపయోగించును. మన గుండె కొట్టుకొనునప్పుడును, ఊపిరితిత్తులు ఆడునప్పుడును, వానిలో పుట్టుధ్వనులుమిక్కిలిస్వల్పమైనవగుటచే మనకు సామాన్యముగా వినరావు. ఉబ్బసము మొదలగు వ్యాధులుగలవారిలో ఈ ధ్వనులు హెచ్చుగ మ్రోగుచుండుటచే పిల్లికూతలు మొదలగు శబ్దములబోలి హృదయశోధని అక్కరలేకయే వినవచ్చుచుండును. కానిమిక్కిలి స్వల్పధ్వనులను సహితము మన చెవులలో పోసినట్లుగా తెచ్చి వినుపించె యీ హృదయశోధని యొక్క నిర్మాణము మిక్కిలి సులభమైనది.



75 వ పటము.

'అ' అనుచో చూపబడినది ఒక బూరవలెనుండుగొట్టము. దీని నోరు వెడల్పుగ నుండును. ఈనోటి కైవారములోపల పడుధ్వనులతరంగములన్నియుపోగుపడి పైభాగముననుండు మెడలోని సన్ననిరంధ్రములగుండ 'ఇ, ఇ' అను రెండు గొట్టముల మార్గమున రెండు చెవులలో నమర్చుకొనుటకేర్పడిన 'ఉఉ' అనుచో చూపబడిన చెవిగొట్టములలోనికి చేరును. ఇట్లు ఈబూరను, గొట్టములను అమర్చుటచేత ఎంత చిన్నధ్వనులనైనను గొప్ప అరుపులుగా మార్చవచ్చును. 'అ' అనుబూరనుగుండె, ఎదురురొమ్ము మొదలగు భాగములమీదనుంచి ఉ, ఉ అను చెవి గొట్టములను రెంటిని రెండుచెవులలోనుంచుకొని పరీక్షించుటవలన వైద్యులు హృదయకుహకములోని రోగములను తెలిసికొందురు.

తప్పొప్పుల పట్టిక.

గ్రంథకర్త యొకచోటను, సంపాదకుడు మరియొక చోటను, ప్రూఫులు దిద్దువారు వేరుగను ఉండుటవలన నిందు చిన్న పొరపాట్లు కొద్దిగా పడినవి. వానినిచ్చట సవరించుచున్నాము. ఇందు * ఈ గుర్తు వేసిన వానిని తప్పక సవరించి చదువవలెను.

మొదటి భాగము.

పుట.	పంక్తి.	తప్పు.	ఒప్పు.
10	22	సలము.	స్థలము
30	14	పదామేధ	పదార్థమే
34	10	తగును.	తగ్గును
42	25	దా	దాని
54	11	నకొకు	కొనకు
62	23	వుల	వులకు
64	8	ఇటి	ఇట్టి
66	7	చేయక	చేయలేక
*68	7	పట్టును	పట్టదు
*73	3	34 వ	35 వ
*78	1	పీడనవాయువు	వాయువుపీడన
79	21	అరంగుళము	అరంగుళముల
*83	24	$3\frac{1}{2}$ అడుగుల	34 అడుగుల
98	18	నిలువు గొట్టములు	నిలువు గాజు గొట్టములు
99	14	18 [నీరు	15 [లో నీరు
100	25	అడుగునుగొట్టుటలోనున్న	అడుగును ఊడ గొట్టుట
103	12	రబ్బరు బండి	రబ్బరుబంతి

పుట.	పంక్తి.	తప్పు.	ఒప్పు.
103	13	నూదిలో	నూదితో
104	17	అనులోమ బంధము	అనులోమసంబంధము
*117	1	Dactomter	Lactometer
*118	10	గరిమయొక్కువ	గరిమతక్కువ
123	8	63 వ పటము	64 వ పటము
124	20	దూరము	దూరమునుండి
128	12	గాను	గాక
133	4	తిన్నగా	చిన్నగా
144	24	కుహాకము	కుహారము

* 1 ఘ. అం. వస్తువు బరువు ... 125 గ్రాములు.

1 ఘ. అం. నీటిబరువు ... $15\frac{5}{8}$ గ్రాములు.

కాబట్టి వస్తువుబరువు నీటిబరువుకంటె $\frac{125}{15\frac{5}{8}} = 8$ రెట్లు.

* 110వ పుటలోని మూడు పంక్తులు యీక్రింది ప్రకారము దిద్దుకొనుము.



రెండవభాగము.

పదార్థవిజ్ఞానశాస్త్రము.

రెండవ భాగము.

ప్రథమాధ్యాయము.

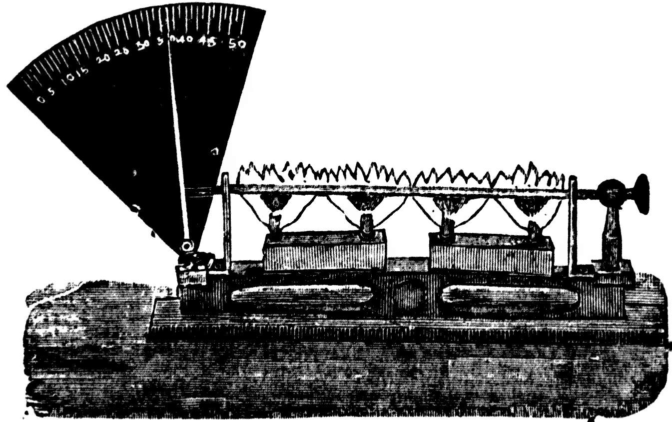
ఉష్ణము.
(HEAT)

మన మొక కొలిమిదగ్గర నిలిచినప్పుడు గాని, లేక యగ్నిగల మరియొక ప్రదేశమును సమీపించునప్పుడుగాని, ఒకవిధమయిన వేడిమి మనశరీరమునకు సోకును. ఇట్టి వేడిమికే ఉష్ణమనిపేరు. పదార్థములను కొంతసేపు నిప్పులో నుంచి పైకితీసినప్పుడు, అవి చాలవేడిగ నుండును. అప్పుడా పదార్థములయొక్క యణువు (Molecules) లన్నియు కడువేగముతో వెనుకకు ముందుకు దిరుగుచుండును. ఈయణువులచలనమే అట్టి వేడిమికి కారణము. అణువులు మిక్కిలి సూక్ష్మములగుటచేతను, వాని గమనము బహుత్వరితమగుటచేతను, ఆచలనము మనకదృశ్యము. వేడివస్తువొకటియు అంతకంటె వేడిగనుండు వస్తువు మరియొకటియు ఉన్నయెడల మొదటి వస్తువులోని యణువులకంటె రెండవ వస్తువులోని యణువులు వేగముగ కదలుచుండును.

పీసెగుండు నొకదానిని దెచ్చి యెర్రగనగువరకు కొలిమిలో నుంచి అప్పుడు తిరిగి తూచినయెడల అది పీసకంటె కొంచెమైనను ఎక్కువ తూగదు. దీనినిబట్టి 'ఉష్ణము' పదార్థము (Matter) కాదని మనము స్పష్టీక

రింపవచ్చును. ఎట్లన, పదార్థమైన యెడల ఉష్ణము బరువు కలిగియుండ వలెను. ఎఱ్ఱగాకాల్చిన వీసెగుండెక్కువ తక్కువలు లేక అంతే తూగి నందున ఉష్ణము పదార్థముకాదని తెలిసికొనవలెను. పదార్థముకానప్పటి కిని ఉష్ణత యెప్పుడును పదార్థము ననుసరించే యుండును. కాబట్టి యుష్ణము గూడ నొక 'శక్తి' యని చెప్పవచ్చును. శక్తి పదార్థ సంపర్కము లేక గోచరింపదని మన మెరుగుదుము.

ఒకవస్తువును వెచ్చబెట్టినప్పుడు దాని యణువులు వడిగా చలనమును పొందునని పైని వ్రాసియుంటిమి. అట్లు తిరుగునప్పుడు దాని యణువులు పూర్వస్థితియందుకంటె నెక్కువ స్థలమును ఆక్రమించు కొనును. అనగా ఆవస్తువుయొక్క స్థూలత (Volume) హెచ్చగును. ఈ స్థూలతకే స్థలపరిమాణ 'వ్యాకోచ' (Expansion) మనిపేరు. వ్యాకోచము రెండువిధములు. వెచ్చబెట్టినప్పుడు వస్తువు పొడవెక్కువయినయెడల అది 'ఏకదిశావ్యాకోచ' (linear expansion) మనబడును. ఇట్టి వ్యాకో

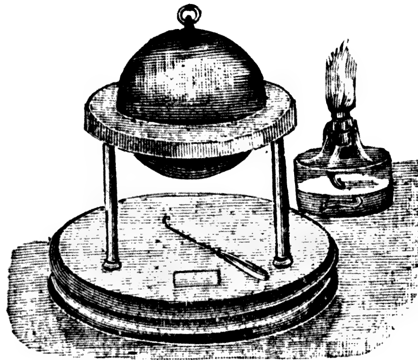


1వ పటము.

చము తరుచుగ ఘనపదార్థములు పొందుచుండును. ఇట్లుగాక కాచినప్పుడు వస్తువుయొక్క ఘనపరిమాణము (Cubical dimensions) హెచ్చయిన యెడల అది 'ఘనవ్యాకోచ' (Cubical exapansion) మనబడును. ద్రవవాయుపదార్థము లెప్పుడును ఇట్టి వ్యాకోచమునే బొందుచుండును. ఎల్లవస్తువులును ఘనద్రవ వాయుపదార్థ విచక్షత లేక వేడిసోకినప్పుడు వ్యాకోచమును బొందుచుండును. అనగా వెచ్చచేసినపుడు వస్తువులు పెద్దవియగును.

పది లేక పండ్రెండంగుళములు పొడవుగల రాగికడ్డీ తీసికొని ఒక చివరను మరచీలతో 1 వ పటములో జూపినట్లు కదలకుండ బిగింపవలెను. ఈదండము పొడవయినప్పుడు ముందరికిపోవుటకును పొట్టియై నప్పుడు వెనుకకువచ్చుటకును రెండవ కొన స్వేచ్ఛగనుండును. ఈ కొన, కొలత తెలిపెడు గీతలుగల ఒక పంకరబద్ద (Graduated scale) మీద తిరుగు ఇనుపముల్లును తగిలియుండును. ఇప్పుడు కడ్డీక్రింద దీపములు వెలిగించి దానిని కాచిన యెడల కొన్ని నిమిషములలో ఇనుపముల్లు బద్ద మీద గల సున్న గీత దాటి క్రమముగా పైకిలేచును. ఇట్లు ముల్లు కొంత వరకు పైకెక్కిన తరువాత నెంతకాచినను కదలక యుండును. అప్పుడు కడ్డీక్రింది దీపములు తీసినయెడల కొద్దికాలములో తిరిగి ముల్లు క్రమముగా సున్నగల గీతవరకు పడిపోవును. దీపములు వెలిగించి కాచినప్పుడా కాకకు రాగికడ్డీపొడ వెక్కువయ్యెను. దీనినే ఏకదిశావ్యాకోచ మందురు. శీతకాలములోకంటె వేసవికాలములో వేండ్ర మధికమగుటచేత లోహపదార్థములు పొడవగుచుండును. ఇట్లు పొడవగునప్పుడు సర్దుకొనుటకై, రైలుపట్టలు రెండుకలిపి బిగింపవలసివచ్చినప్పుడు, వానికి మధ్య కొంచెము సందు వదలి బిగించుదురు.

ఒక యిత్తడిగుండును తీసికొనుము. ఆగుండు చల్లగా నుండువరకు దానిక్రిందకనుపర్చినయుంగరములోనుండి అది ధారాళముగక్రిందికి జారును. అప్పుడు దీపముతో దానిని వేడిచేసి తరువాత ఉంగరములో నుండి జార్చుటకు యత్నించునప్పుడు అది జారక బిగుతగును. 2వ పటము చూడుము. తిరిగిచల్లారినతరువాత యథాప్రకారముగ జారిపోవును.



2 వ పటము.

ఉష్ణము సోకినప్పుడు దాని ఘనపరిమాణము ఎక్కువగుటచేత గుండు పెద్దదయి ఉంగరమునకు బిగువైనది. ఇట్టివృద్ధికే ఘనవ్యాకోచ మని పేరు.

పైరెండు ప్రయోగములను బట్టి ఘన పదార్థములు వేడి జెందినప్పుడు పెద్దవై చలువసోకినప్పుడు చిన్నవగునని తెలిసికొనవచ్చును.

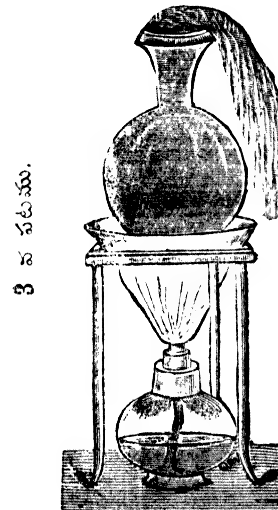
వేడిమివలన ఘనపదార్థములు వ్యాకోచము చెందుచున్న యంశము నెరిగియే బండిచక్రమునకు ఇనుపపట్టాలు వేయువలసి వచ్చినప్పుడు మొదట నా పట్టాకు చుట్టుపిడకలు పేర్చి దానిని ఎర్రగా కాల్చెదరు. అందుచే నది వృద్ధిచెందును. అప్పుడు దానిలో చక్రమును వేసి పట్టామీద చన్నీళ్లు పోయగా నది సంకోచము చెంది చక్రమును గట్టిగా పట్టుకొనును.

ద్రవపదార్థములు వేడిమిచే వృద్ధినొందుట.

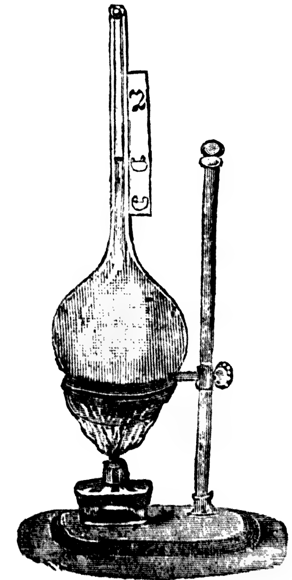
అన్నము వండుటకు ఎసరు పట్టినప్పుడు నీరు పొంగి యెక్కువగుట యెల్లరకును తెలిసిన సంగతియె. క్రింది 3 వ పటములో జూపినట్టి గాజు బుడ్డిదెచ్చి నీటితో నింపి ముక్కాలు పీటమీదనుంచి అడుగున దీపము వెలి

గించి కాచిన పక్షమున కొంతసేపటికి గాజుబుడ్డిలోని నీరు పొర్లి కొంత క్రిందబడుట కారంభించును. దీనినిబట్టి గాజుబుడ్డిలోని నీరు కాచినప్పు డెక్కువై చోటుచాలక పొరలిపోయెనని తెలిసికొనవచ్చును.

మంట వేసినప్పుడు నీటిపరిమాణ మెక్కువగునని యింకొక విధమున చక్కగా జూపవచ్చును. సన్నని పొడుగు మూతిగల గాజు బుడ్డిలో కొంతవరకు నీరు పోయుము. 4వపటము చూడుము. పిమ్మట దీనిని చట్రము మీదనుంచి కాచిన యెడల గాజుబుడ్డిలోని నీరు కాచిన కొలది ఎక్కువై చోటుచాలక గొట్టములో పైకెక్కుచుండును. దీనిని స్పష్టముగా జూచుటకు నీటిలో శిరా లేక మరేదయిన రంగును కలుపవచ్చును. కాచుట మాని వేసినయెడల నీరు తిరిగి పూర్వపుచోటికి దిగును. వేడిమిచే వాయువులు గూడ వ్యాకోచము చెందును.



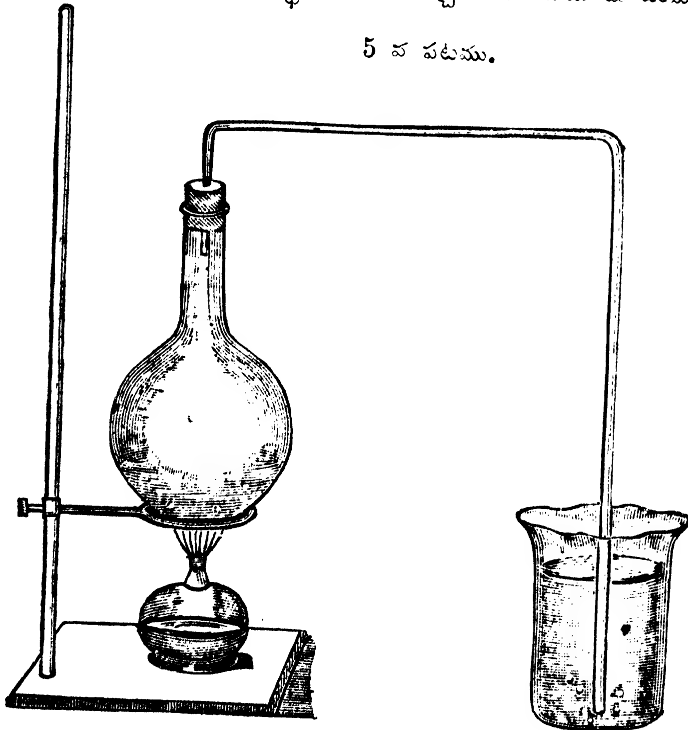
3 వ పటము.



4 వ పటము.

వాయుపదార్థముల వ్యాకోచము.

ఖాలీయని చెప్పబడు పాత్రలన్నియు వాయుపూరితములని యందరకు దెలిసిన సంగతియే. వట్టి సీసా నొకదానిని దీసికొని బిగువుగనుండు బిరడా నొకటి యేర్పరచి, క్రింది పటములోనున్న మాదరిని వంచబడిన గాజుగొట్టము నా బిరడాలో దూర్చవలెను. గాజు గొట్టముయొక్క రెండవ చివరను నీటిలోముంచి సీసాను దీపముతో వేడిపర్చినయెడల కుడిచేతివైపు గిన్నెలోని నీరు బుగ్గలుగా లేచును. ఇవి సీసాను కాచినప్పుడందులోని గాలి పెరిగి స్థలము చాలక కొంత వెలుపలకు పోవునప్పుడు కలిగిన గాలిబుగ్గలని మనము నిర్ధారణచేయవచ్చును. 5 పటము చూడుము.



5 వ పటము.

రబ్బరుతిత్తి నొకదానిని తీసికొని పాతికభాగము గాలితో నింపి మూతి తాడుతో గట్టిగబిగించి తరువాత నిప్పుసెగను వేడిపెట్టి వెచ్చచేసినట్టయిన ఆతిత్తి యుబ్బినిండుగాకనబడును. ఇందువలన మనము తెలిసికొనవలసినది యేమనగా, వేడిసోకినప్పుడు గాలియొక్క పరిమాణమెక్కువయి పైకి వెళ్ళుట కవకాశములేక తిత్తిలోనే యుండవలసి వచ్చెను. కాని రబ్బరుసాగునట్టి పదార్థమగుటచేత గాలి యెంతయెక్కువయినను ఇముడ్చుకొని నిండుగ నున్నట్లు కనబడును. చల్లపడిన తరువాత తిరిగి రబ్బరుతిత్తి ముడుచుకొని పాతికభాగముమాత్రము నిండియుండును.

వాయు వ్యాకోచము చూపుటకు మరియొక మార్గముకూడ కలదు. గాజుబుడ్డిని బిగుతుగపట్టునట్టి బిరడా సయితముగ తీసికొని పన్నని గాజు గొట్టమును బిరడాలోని కెక్కించవలెను. పిమ్మట కొంతసేపు గాజుబుడ్డిని గొట్టముచూర్చిన బిరడా సహితముగ దీపముమీద కాచినతరువాత గాజుబుడ్డి తలక్రిందుజేసి గొట్టము నీటిలో ముంచినప్పుడు నీరు క్రమముగ గొట్టములోనికిప్రాకి పిమ్మట బుడ్డిలోనికిపార్లి సుమారు సగమువరకు నిండును. దీనికి కారణమేమన, కాచినప్పుడు గాలి పరిమాణ మెక్కువై చోటు చాలక కొంతభాగము గాజు గొట్టముగుండ పైకిబోవును. పిమ్మట చల్లని నీటిలో ముంచినప్పుడు గాజుబుడ్డిలోని గాలి కొంతవెళ్లిపోగా మిగిలినది చల్లబడినప్పుడు అది మునుపటంత చోటు ఆక్రమించుకొనక బుడ్డిలో కొంత భాగమును మాత్రమే యాక్రమించుకొనును. ఇట్లేర్పడిన శూన్య ప్రదేశము నాక్రమించుటకై నీరు పైకిలేచి బుడ్డిని నింపెను. వాయుపదార్థములన్నియు వేడిబొందునప్పు డెక్కువయి, చలిసోకినప్పుడు తక్కువగుచుండును.

వేడిమివలన గలుగు మార్పులు.

పరిమాణభేదము:—వేడెక్కినప్పుడు, ఘన, ద్రవ, వాయు పదార్థములు, ఉష్ణోగ్రత (Temperature) హెచ్చి వ్యాకోచముపొందుటయనగా

పెద్దవగుటయేగాక మరికొన్ని మార్పులుకూడ పొందును. పదార్థములు వ్యాకోచము బొందినప్పుడు వాని అణ్వాకర్షణము (సంశ్లేషము: (Cohesion) క్షయించును. వేడివలన పదార్థములు వ్యాకోచము బొందునప్పుడు తత్పూర్వము క్రిక్కిరుసుకొనియున్న యణువులమధ్యనుం డత్యల్ప మగు సందులు పెద్దవియగును. కాక సోకకపూర్వము మిక్కిలి సంయోగముగల యణువులు వేడి సోకినమీదట నెడములగును. అందువలన పదార్థముల యణ్వాకర్షణము తగ్గిపోవును. అణ్వాకర్షణము పదార్థముల యణువులను క్రిక్కిరిసి దగ్గిర చేరియుండునట్లు చేసి సంయోగము కల్గించును. వేడిమివలన అణువులకు వియోగము తటస్థించును. ఇందుచేత ఉష్ణము, అణ్వాకర్షణము అనునవి పరస్పర విరోధముగలవని చెప్పవచ్చును. ఘనపదార్థము లెక్కువ సంశ్లేషము (అణ్వాకర్షణము) గలిగియుండుటచేత నవి మిక్కిలి స్వల్పవ్యాకోచమును బొందును. ద్రవపదార్థములలో సంశ్లేషము తక్కువగాన వ్యాకోచ మెక్కువ. వాయుపదార్థములకు సంశ్లేష మన్నిటికంటె తక్కువగనుక వ్యాకోచ మన్నిటికంటె హెచ్చు.

సాంద్రతాభేదము:—ఇంతియగాక ఉష్ణమువలన పదార్థముల సాంద్రత (Density) తగ్గిపోవును. సాంద్రత యణువుల మొత్తమును బట్టియుండును. కాన నణువులు దట్టముగానున్న ప్రదేశములో సాంద్రత యెక్కువగ నుండును. కాక సోకినప్పు డణువులు పల్చనగును. గనుక సాంద్రతగూడ తగ్గిపోవును. ఉదాహరణము : ఒక ఘనాంగుళము పరిమాణముగల యొకపదార్థములో 10,000అణువులుండి, అట్టి పదార్థమును కాచినప్పుడు పాతిక ఘనాంగుళము వ్యాకోచము గలిగినయెడల, తత్పూర్వము ఘనాంగుళము నాక్రమించిన 10,000, యణువులే యిప్పుడొకటింబాతిక ఘనపుటంగుళముల నాక్రమించును. దీనివలన ద్రవ్యరాశి (Mass)యందు మార్పు లేదుగనుక వస్తువు పల్చనగుటస్పష్టము. కావున సాంద్రతగూడ క్షయించును.

పైనిజెప్పినవిగాక మరికొన్ని మార్పులనుగూడ పదార్థములు వేడిమివలన బొందును. క్రొవ్వువత్తి వెలిగించి తలక్రిందుగా బట్టినప్పు డావేడిమికి క్రొవ్వు కరిగి క్రిందికి కారును. అట్లే కొంచెము లక్క కాచినయెడల పల్చనగును. ఈ రీతిననే మంచుగడ్డ కరిగి నీరగుట, నేయి కరిగి పల్చనగుట యెల్లరకును తెలిసిన సంగతులేగదా! ఈ కరిగిన పదార్థములను మరికొంచెము కాచినయెడల ఆవిరిరూపమై చివర కదృశ్యమైపోవును. ఇట్లే ద్రవపదార్థములన్నియు ఎక్కువ వేడిమివలన ఆవిరిరూపమునుబొంది గాలిలో మిశ్రమగును. ఘనపదార్థములలో జాలభాగము మొదట ద్రవరూపమునుగైకొని పిమ్మట వాయురూపమును బొందును. కొన్ని ఘనపదార్థములు ద్రవములుగాకయే వాయువులుగా మారును. ఒక గాజుమూసలో కొంచెము నవాసారము(Sal-ammonia)దీసికొని దీపపుసెగను వెచ్చబెట్టి నట్టయిన స్వల్పకాలములో నదంతయు పొగరీతిని పైకిలేచి మూసప్రక్కల నంటుకొనియుండును. ఘనపదార్థములు ద్రవములుగాకయే వాయురూపముల బొందుటకు 'ఉత్పాతం' (Sublimation) మని పేరు. మరికొన్ని ఘనపదార్థములు కాల్చినను ద్రవవాయురూపములను జెందక యట్లేయుండును. ఇటికలు, రాళ్లు, మొదలగు మరికొన్ని వస్తువులు కాల్చినప్పుడు కరుగక వేడిబడి యట్లేయుండును. ఇట్టివానికి దుర్ద్రావ్యపదార్థము (Refractory bodies) లనిపేరు.

సున్నపురాళ్లు, సముద్రపుగుల్లలు, కర్రలు మొదలైనవి కాల్చబడినప్పు డొకవిధమైన మార్పుజెందును. ఈ మార్పులో నందుండు పదార్థములు కొన్ని యెగిరిపోయి, కొన్నిమాత్రము నిలుచును. ఇట్టి మార్పులు రసాయన సంబంధమైనమార్పు లనబడును. ఉష్ణ మిట్టిమార్పులనుగూడ గలుగజేయును.

ఉష్ణతాకారణములు.

1. స్వయంప్రకాశములైన సూర్యుడు లోనగు గోళములనుండి మనకు వేడిమి వచ్చుచుండుట లోకవిదితము. ఈ ప్రపంచమున, సూర్యుడు కన

బడునంతవరకు, సమస్త జంతుజాలములు శక్తిసహితములై, సూర్యుడు పశ్చిమాంబుధిం గ్రుంకినతోడనే, ప్రతిజంతువును దేని నివాసస్థానమున కదియరిగి, శక్తిరాహిత్యమును వహించుట మనము జూచుచున్నాము. ఈ విషయము, మతిభ్రమజెందిన కవీశ్వరులు వ్రాయునదిగాక భౌతిక శాస్త్రజ్ఞుల గట్టి నమ్మకమై యున్నది. అనేకవిధములుగా పరిణమించు 'శక్తి' కంతకును మూలకారణం బీతడనియే వారిదృఢనమ్మకము. కనుకనే లోకభాంధవుడైననీతనికి మనపూర్వులు 'మిత్రు'డను నామమిడి, వానినొక దేవతగానెంచి, త్రికాలములయందు నర్ఘ్యములొసగుట కర్తవ్యముగాజేసిరి.

2. రసాయన సంబంధమైనమార్పులు. పసుపు సున్నము కలిపిన, వేడెక్కి ఎఱ్ఱబడును. దీపము కాలుచున్నప్పుడు, వేడిమి పుట్టును. ఇట్లు మన ముపయోగించు పదార్థములు మరికొన్నిటితో కలిసి, రసాయన భేదము జెందుచున్నవి. అట్టి భేదమువలన ఉష్ణముగూడ బుట్టుచున్నది.

ఘర్షణమువలన నుష్ణత పుట్టును.

మనపూర్వులు యజ్ఞయాగాది క్రతువులయందు కఱ్ఱలను ఒకదాని పైనొకటి రుద్ది ఘర్షణము వలన అగ్నిహోత్రమును కలిగించుచుండిరి. దావాగ్ని చెట్లయొరయికవలననే గలుగుచున్నది. చెకుముకి రాతి నుక్కుచే కొట్టినిప్పు పుట్టింతుము. మన రెండుచేతులను ఒకదాని నొకటి రాచిన వేడిపుట్టును.

పదార్థస్థితిభేదము.

మనము నీటిని కొంతసేపు కాచినగాని యావిరిగా మార్చలేము. అట్లు మార్చుటకు కొంత వేడిమిని మన ముపయోగింతుము. ఇప్పుడా యావిరిని తిరిగి నీరుగా మార్చిన, ఆ యుష్ణమును తిరిగి యది విడిచిపెట్టును.

కొంత చల్లనినీటిని దీసికొని, దానిలోనికి కొంతయావిరిని పోనిచ్చిన ఆయావిరంతయును నీరగును. ఆ నీటియొక్క ఉష్ణోగ్రత హెచ్చును. ఆవిరియందు తగ్గిన ఉష్ణము, నీటియొక్క ఉష్ణోగ్రతనధికముజేసెను.

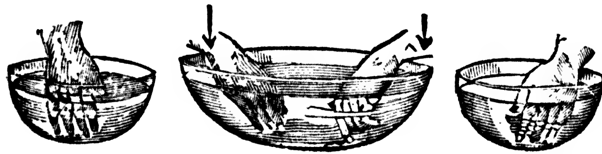
భూగర్భమునం దుష్ణము మిక్కిలి యధికముగానుండును. అందువలననే, భూకంపములు, అగ్నిపర్వతములు మొదలైనవి కలుగును. కాని భూగర్భమునందలి యుష్ణము మనకుపయుక్తమగు రీతిని నుండలేదు.

ఉష్ణోగ్రత.

TEMPERATURE.

ఉష్ణత, ఉష్ణోగ్రత, ఈ రెండు పదములకునుగల భేదము దెలిసికొనుట యత్యావశ్యకము. స్నానమునకు నీరుతోడినప్పుడు వేడిగనున్నదా చల్లగానున్నదా యని కనుగొని మిక్కిలి వేడిగనుండినచో నీళ్లు సరిపాట్లు చేయించుదుము. సరిపాట్లుజేసిన నీటియొక్క ఉష్ణోగ్రత (Temperature) తగ్గినదిగాని ఉష్ణరాశి (Quantity of heat) తగ్గలేదు. కొంత చల్లనీరు కలిపినప్పుడు వేడినీటికాకలో కొంత యాచల్లనీరు లాగుకొనెను. అంతమాత్రమున ఉష్ణముయొక్క మొత్తము తగ్గదు. ఇంకొక యుదాహరణము తీసికొందము. ఐదు పౌనుల యినుపగుండును యెఱ్ఱగ కాలుదనుక కొలిమిలోనుంచి పైకిదీసి ఒక్కపౌనుముక్కను తెగగొట్టినచో రెండుముక్కలేర్పడును. వానిలోనొకటి నాలుగుపౌనులది. రెండవది పౌనుది. మొదటిముక్క యెంతవేడిగనుండునో రెండవదికూడ అంతే డిగనుండును. అయిన మొదటిదానిలో నెంతయుష్ణమున్నదో అంత యుష్ణము రెండవదానిలో గలదా? ఉండదు. మొదటిముక్క రెండవదానికంటె నాలుగురెట్లధికము గనుక మొదటిముక్కలో రెండవముక్కలో కంటె నాలుగు రెట్లుష్ణముండును. ఈ సంగతి మనము రుజువు చేయవచ్చును. మొదటిముక్క (4 పౌనులది) తీసికొని నాలుగు తులములు నీరుగల గిన్నెలో నుంచినయెడల ఆనీరు కొంతవరకు వేడిబడును. రెండవముక్క (1 పౌనుది) తీసికొని ఒక గిన్నెలోనుంచి యంతే వేడివచ్చువరకు నీరుబోసి ఆ నీటిని తూచినచో ఒకతులము మాత్రమే తూగును. దీనిని బట్టి మొదటిముక్కలోని యుష్ణము రెండవముక్కలో నున్నదానికి నాలుగు

రెట్లనిస్పష్టము. ఒక పదార్థముయొక్క ఉష్ణోగ్రత మిక్కిలి యెక్కువగ నుండి ఉష్ణసంచయము బహుస్వల్పముగ నుండవచ్చును. అట్లే పదార్థము యొక్క ఉష్ణసంచయ మెక్కువైనను ఉష్ణోగ్రత తక్కువగనుండవచ్చును. నిప్పులోనుండి తీసినసూది మనము తాకలేనంత వేడిగనుండునుగాని అందు గలయుష్ణము మిక్కిలి కొంచెము. అట్లే యెండలోనుంచిన యినుప దూలమును మనము ముట్టుకొనవచ్చునుగాని అందు గల యుష్ణము సూదిలోని యుష్ణముకంటె ననేక రెట్లెక్కువ. ఈయుదాహరణములనుబట్టి ఉష్ణ రాశి (quantity of heat) ద్రవ్యరాశి (Mass) నిబట్టి యుండుననియు, ఉష్ణోగ్రత ద్రవ్యరాశినిబట్టి యుండదనియు జెప్పవచ్చును.



౬వ పటము.

వేడినీరు. గోరువెచ్చని నీరు. చల్లనినీరు.

పదార్థముల శీతోష్ణస్థితి జెప్పుటకనేకమార్గములు గలవు. రెండు కుండలనిండ నీళ్లుదెచ్చి యేకుండలో నీరు వేడిగనున్నదో తెలిసికొనుటకు రెండు కుండలలోను చేతులు ముంచి తెలిసికొనవచ్చును. అనగా త్వగింద్రియము శీతోష్ణస్థితిని గొల్చుటకొక సాధనమని జెప్పవచ్చును. కాని మనత్వగింద్రియ మెల్లప్పుడును యథార్థమయిన శీతోష్ణస్థితిని తెలియజేయక మనలను మోసపుచ్చుచుండును. ఎట్లన, మూడు గిన్నెలు దెచ్చి, ఒకటి మిక్కిలి వేడినీటితోను, రెండవది గోరు వెచ్చని నీటితోను, మూడవది మిక్కిలి చల్లని నీటితోను నింపవలెను. 6 వ పటము చూడుము. కుడి చెయ్యి మొదటి గిన్నెలోనుఎడమచెయ్యి మూడవగిన్నెలోను ముంచి కొంత సేపుంచిన తరువాత రెండుచేతులు రెండవ గిన్నెలో ముంచినట్లయిన గిన్నెలోని గోరు వెచ్చనినీరు ఎడమచేతికంటె కుడిచేతికిచల్లగ గనుపడును.

అనగా ఆనీరు కుడిచేతికి చల్లగను, ఎడమచేతికి వేడిగను ఉండును. దీనినిబట్టి మనము త్వగింద్రియమువలన నిశ్చయమయిన శీతోష్ణస్థితి తెలిసికొనలేమని స్పష్టమగుచున్నది. ఉష్ణమును గొల్చుట కింకమంచిమార్గమేదైన గలదాయని విచారింతము. పదార్థములు ఉష్ణమువలన వ్యాకోచమును (Expansion), శీతమువలన సంకోచమును (Contraction), బొందునని పై ప్రకరణములో జెప్పియుంటిమి. ఇంతియగాక ఘనపదార్థములకంటె ద్రవపదార్థము లెక్కువ వ్యాకోచమును బొందునని గూడ వ్రాసియుంటిమి. ఏదయిన ద్రవపదార్థమొక సన్నని గాజుగొట్టమున నుంచి వేడినీటిలో ముంచిన యెడల ఆవేడిమికి గొట్టములోని ద్రవపదార్థ మెక్కువై పైకి ప్రాకును. అప్పుడు అది చల్లని నీటిలో ముంచినయెడల తిరిగి మునుపటి స్థలమునకు దిగిపోవును. ఇట్లు ద్రవపదార్థముల వ్యాకోచ, సంకోచములను కనిపెట్టి పదార్థములెంత వేడిగనున్నవి తెలిసికొనవచ్చును. ఇట్టి సాధనమునకే 'ఉష్ణతామాపకము' (Thermometer) అనిపేరు. దాని నిర్మాణవిధాన మిక్రింద వ్రాయబడును.

ఉష్ణతామాపకము.

THERMOMETER.

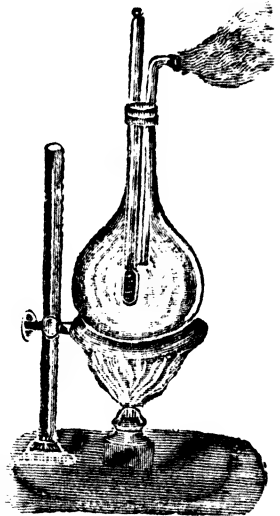
ఉష్ణతామాపకమనగా వేడిమిని కొల్చునదియనియర్థము. ఇదియొక సన్నని గాజుగొట్టముతో చేయబడును. 8వపటము. ఒక సన్నని గాజుగొట్టము తీసికొనుము. అది యొక చివరను ఉబ్బుగనుండి మూయబడియుండును. రెండవ చివర తెరపబడియుండును. ఈ గాజుగొట్టములోని రంధ్రము అంతటను సమానముగా నుండును. అనగా నొకచోట చిన్నదిగను మరి యొకచోట పెద్దదిగను ఉండదు. ఈరంధ్రము మిక్కిలి సన్నది. వెంట్రుక కంటె కూడ గొన్నిటిలో సన్నగా నుండును. ఇట్టిగొట్టములో పాదరసము నింపవలెను. ఈరంధ్రము చిన్నదగుటచేతను, అందు గాలి యుండుట చేతను దానిలో పాదరసము నింపుటకష్టము. కావునఆగొట్టమును కొరుతో పట్టుకొని యుబ్బుగా నున్న దానిక్రిందిభాగమును దీపముమీద వెచ్చ

చేయుము. తరువాత నాగొట్టమును తలక్రిందుచేసి తెరవబడియున్నదాని చివరను పాదరసములో ముంచుము. కొంతరసము గొట్టములో నెక్కును. ఎందుకెక్కును? వేడిచేసినప్పుడు గొట్టములోనిగాలి కొంత పల్చనై పైకి లేచిపోవును. ఇట్లు అందలి గాలి కొంత తగ్గును. అందుచే గొట్టమును తలక్రిందుచేసి రసములో ముంచినప్పుడు గొట్టములోని గాలి బలముకంటె వెలుపలి గాలి బలము ఎక్కువయైనందున గొట్టములోనికి కొంతపాదరస మెక్కును. మరల గొట్టమును వెచ్చచేసి రసములో పూర్వప్రకారము ముంచుము. ఇట్లు నాలుగైదుపర్యాయములు చేసినయెడల గొట్టముక్రింది యుబ్బుభాగమును, మీదిగొట్టముయొక్క కొంతభాగమును, రసముతో నిండును. అటుపిమ్మట గొట్టములోని కొంతపాదరసము ఆవిరియై గొట్టములో మిగిలిన గాలినంతను వెడలగొట్టువరకు గొట్టమును కాచి, గొట్టముయొక్క తెరవబడియున్న చివరభాగమును కరగించి మూసివేయుము. గాజును కరగించి మనకిష్టమైన యాకారముగా మార్చుట కష్టముకాదు. ఇట్లు తయారైనగొట్టమే యుష్ణతామాపక యంత్రము.

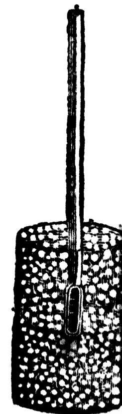
గొట్టముమీద గుర్తులు వేయుట.

ఇట్లు మూయబడిన గొట్టముమీద మనమిక, ఇంతవేడికి పాదరసమింతవరకు నెక్కును, ఇంతవరకు దిగును అని చూపుటకు గుర్తులు వేయవలెను. ఒకపాత్రలో నీరుపోసి యందునీగొట్టమునునిలువబెట్టుము. అనగా పాదరసముతో నిండియున్న యుబ్బుభాగము క్రిందికి నుండునట్లును, మూయబడినకొన మీదికినుండునట్లును పెట్టుము. పాత్రక్రింద దీపముపెట్టి నీళ్లనుకాచుము. 7వ పటముచూడుము. నీళ్ళుకాగి వేడిమి హెచ్చినకొలదిని గొట్టములోని పాదరసము మీదిమీది కెక్కును. ఇట్లు నీళ్లకెసరు వచ్చువరకును పాదరస మెక్కుచుండి, యెసరువచ్చినతరువాత మీదికెక్కక నిలిచియుండును. ఇట్లు నీళ్లకు నెసరు వచ్చునప్పుడు పాదరసము గొట్టములో నెంతయెత్తు ఎక్కినదో యచ్చట నొకగుర్తు పెట్టుము. అచ్చోటికి 'నీటికెసరువచ్చు స్థలము' లేక 'ఎసరుస్థలము' (Boiling point) అని

పేరుపెట్టుదము. ఇటీవల ఉష్ణతామాపకములు చేయువారు గొట్టమును నీళ్ళలో పెట్టక, యందుండివచ్చు నావిరి గొట్టమునకు తగులునట్లు పెట్టెదరు.


7వ పటము

గొట్టమును వేడినీళ్ళయావిరిలో నుండి తీయుము. ఒక గిన్నెలో మంచుగడ్డ తునకలువేసి, యందు నీగొట్టమును నిలువబెట్టుము. 7వపటముచూడుము. చలి హెచ్చుటచే పాదరసముక్రిందికి దిగిపోవును. పాదరసమెంతవరకు దిగిపోవునో యాస్థలమున నొకగుర్తు పెట్టుము. దీనికి 'నీళ్ళు మంచుగడ్డయగుస్థలము' లేక 'మంచు కట్టుస్థలము' (Freezing point) అని పేరు పెట్టుదము.


8 వపటము.

ఇప్పుడు మనగొట్టముమీద రెండుగుర్తులు ఏర్పడినవి. ఒకటి గొట్టముయొక్క పైభాగమందును, మరియొకటి గొట్టముయొక్క క్రిందిభాగమందును ఉన్నవి. క్రిందగుర్తుపెట్టిన స్థలమునకు (0) సున్నగుర్తును, మీదిస్థలమునకు (100) నూరు అను అంకెయు గుర్తుగా బెట్టి వీని నడుమనున్న యంతరమును నూరువిభాగములుగా చేయుడి. ఈ నూరువిభాగములలో నొక్కొక్కదానికి 'అంశము' (Degree) అనిపేరు. ఇది యుష్ణత కొలుచుటకు నేర్పడిన మానము. మంచుగడ్డలో నెంత వేడిమిగలదు? అను ప్రశ్నకు 'శూన్యాంశములు' అని జవాబు. ఎసరువచ్చిన నీటిలో నెంత వేడిమి గలదు? నూరు అంశములు. ఇట్లు ఏ వస్తువుయొక్క వేడిమినైనను మనము కనుగొనవచ్చును. కొం

చెము వెచ్చగానున్న నీటిలో నెంతవేడిమి కలదో చూడవలెనన్న ఉష్ణతామాపకమును అందులో పెట్టుము. గొట్టములోని పాదరసము (95) తొంబదియైదు అంశములవరకు నెక్కును అనుకొనుడు. కావున ఆనీరు 95 తొంబదియైదు అంశములు వేడిగా నున్నదియని యర్థము. సూర్యరశ్మి యెంతవేడిగానున్నది కనుగొనుటకు 'ఉష్ణతామాపకము'ను కొంచెము సేపు ఎండలోబెట్టిన చాలును. గొట్టములోని పాదరసము ఎండయొక్క యుష్ణోగ్రతను తెల్పగలదు.

ఇట్లు నూరుఅంశములుగా విభజింపబడిన యుష్ణతామాపకమునకు 'శతవిభాగి' (Centigrade) అని పేరు. 8వ పటము చూడుము.

గాజుమీద గుర్తులు వేయు టెట్లు?

ఇట్లు నూరుభాగములుగా గొట్టమును విభజించితిమే కాని యీ గుర్తులు గాజుగొట్టముమీద శాశ్వతముగా నుండు టెట్లు? ఈ గాజుగొట్టముచుట్టును మైనముతో పూతపూయుదురు. ఆమైనముమీదసన్నసూదితో ఈ గుర్తులన్నియు వ్రాయుదురు. అనగా సూదితో నీగుర్తులు వ్రాసినచోట గొట్టముయొక్క భాగము వెలువడును. మిగిలినభాగము మైనముతో కప్పబడియుండును. ఇట్టిగొట్టమును హైడ్రోఫ్లోరిక్ ఆసిడ్ (Hydrofloric acid) అను ద్రావకములో నుంచుదురు. గాజునుతినుట యీద్రావకముయొక్క నైకధర్మము. కావున మైనములేనిచోట నంతను అది గొట్టమును కొంచెముతినును. ఇట్లు గొట్టముమీద నంశములగుర్తు లేర్పడును.

9వ పటము

వేరు వేరువిధముగ విభాగించుట.

'ఉష్ణతామాపకము' లోనినీరు గడ్డకట్టు స్థలమునకును, నీటి కెసరువచ్చు స్థలమునకును గల యంతరమును 100 అంశములుగా విభాగించెద రనియు, అట్టిదానిని శతవిభాగి

(Centigrade) అందురనియు చెప్పియున్నారము. ఇట్టి 'శతవిభాగి'ని సాధారణముగా నన్నిశాస్త్రీయ శోధనలలో నుపయోగింతురు.

మరికొన్ని యుష్ణతామాపకములలో నీరెండుస్థలముల యంతరమును నూటయెనుబది (180) యంశములుగా విభాగించెదరు. ఇట్టి యంత్రములను ఫహారెన్‌హీట్ (Fahrenheit) అందురు. ఈ యంత్రములో నీళ్ళు మంచుగడ్డకట్టునట్టి స్థలమునకు క్రింద 32 అంశములు గుర్తు వేయబడును. మంచు కట్టునప్పుడున్న చలికంటె నెక్కుడు చలియున్న యెడల ఈ గుర్తులవలన కనుగొనవచ్చును. ఇట్లు ఫహారన్‌హీట్ యంత్రములో మంచుకట్టు స్థలమునకుక్రింద 32 అంశములును, ఆస్థలమునకు మీద 180 అంశములును మొత్తము 212 అంశములును ఉండును. అనగా ఈ యంత్రముల ప్రకారము నీటి కెసరు వచ్చుటకు 212 అంశములును, నీరు గడ్డకట్టుటకు 32 అంశములును గల వేడిమి పట్టును.

జ్వరమును కొల్చుటకు డాక్టర్లు ఒకచిన్న గాజుగొట్టమును ఉపయోగించుచున్నారు. అది ఫహారన్ హీట్ కొల్తలుగల యుష్ణతామాపక యంత్రము. దీనికి 'వైద్యకోష్ణతామాపకము' (Clinical thermometer) అనిపేరు. మానవశరీరములో సాధారణముగా నెప్పుడును 98·4 అంశముల వేడిమి యుండును. అనగా రమారమి తొంబై యెనిమిదిన్నర ఉండును. దీనికి 'స్వాభావికోష్ణము' (Normal heat) అని పేరు. ఇంతకంటె ఉష్ణము హెచ్చిన యెడల జ్వరము వచ్చినదని చెప్పెదరు. ఇంతకంటె వేడిమి తగ్గినయెడల కాళ్ళు చేతులు చల్లపడినవి అని అందురు. జ్వరము కొల్చెడి యుష్ణతామాపకము మీద 95 అంశములు మొదలు 111 అంశముల వరకు గుర్తులు వేయబడి యుండును.

వైద్యకోష్ణ తామాపకము నందలి విశేషాంశ మేమన:— లావుగ నుండు మొదటిభాగము(Bulb) యొక్క పైవైపుననుండు సన్నని గొట్టము Capillary tube) యొక్క మెడ మిక్కిలి సన్నముగ నొక్కుకొని పోయి యుండును. పాదరసము వేడియెక్కినప్పుడు ఈ సన్నని మెడగుండ పైకి

నెక్కును గాని చల్లారినప్పుడు క్రిందికిదిగదు. ఒకరోగియొక్క జ్వరమును కొలిచిన మాపకమును ఒకచోట కదలకుండ నుంచినయెడల ఆ మాపకము ఎల్లప్పుడును అదే అంశమును సూచించుచుండును. ఒకానొక రోగియొక్క జ్వరము మనము కొల్చినప్పుడు 105°F అంశములున్నదనుకొనుము. ఈ మాపకము నెమ్మదిగతీసి ఎంతసేపు మనము దాచి పెట్టినను అది 105°F అంశములనే సూచించుచుండును. దానినితిరిగి ఉపయోగించుకొనుటకై దింపవలెనను యెడల లావుగనుండుభాగము క్రింది వైపుననుంచి మాపకమును చేతపట్టుకొని పైభాగమునందలి పాదరసము క్రిందికి దిగునట్లుగా చేతిని ఝాడించవలెను. అప్పుడు పాదరసము మెడ క్రిందికి దిగును. పిమ్మట తిరిగి ఉపయోగింపవచ్చును.

కొన్ని దేశములలో గొట్టముమీది 'ఎసరుస్థలము' నకును 'మంచుకట్టు స్థలము' నకును నడుమగల యంతరమును 80 అంశములుగా విభజింతురు.

ఈ పుస్తకమునందు సాధారణముగా 'శతవిభాగి' ననుసరించియే యుష్ణతామానము చెప్పబడును.

సామాన్య నియమమునకు నీళ్ళొక యపవాదము.

ఉష్ణతవలన పదార్థములు వ్యాకోచము పొందును; అనగా పెద్దవగును. శీతము (చలి) వలన పదార్థములు సంకోచము చెందును; అనగా చిన్నవగును. ఇది సామాన్య నియమము. ఈయంశము వెనుక చర్చింపబడినందున చదువరులు చక్కగ నెరుగుదురు. కాని యీసామాన్యనియమము (General rule) నకు నొకయపవాదము కలదు. నీటికి శీతలము హెచ్చించినకొలదిని అది సంకోచము చెందును; అనగా దాని పరిమాణము తగ్గును. ఇట్లు '4' అంశములవరకు తగ్గుచు పోయి, నీరు మంచుగడ్డ కట్టు సమయమున మరల వ్యాకోచమును చెందును. అనగా నీటిని మంచు చేసినప్పుడు మంచుపరిమాణము నీటికంటె నెక్కువగును. పదిఘనపు టడుగుల నీరు మంచుక్రింద మారినప్పుడు, తక్కువగుటకు మారుగా, రమారమి పదునొకండు ఘనపుటడుగుల మంచుగడ్డయగును. అందుచేతనే మంచుగడ్డ

నీళ్లలో తేలుచున్నది. కావున మంచుగడ్డయొక్క సాంద్రత తక్కువయనియు, నీటిసాంద్రత యెక్కువయనియు మనము తెలిసికొనవలెను.

నాలుగు అంశములకంటె వేడి తగ్గినప్పుడే నీళ్లకు ఈయపవాద నియమము వర్తించును. అంతకంటె వేడి యెక్కుడుండెనేని నీరు ఇతర పదార్థములవలెనే వేడిమివలన పరిమాణవ్యాకోచము చెందును. వేడిమి తగ్గినపుడు పరిమాణసంకోచము చెందును.

తారతమ్యోష్ణము; ఉష్ణరాశి.

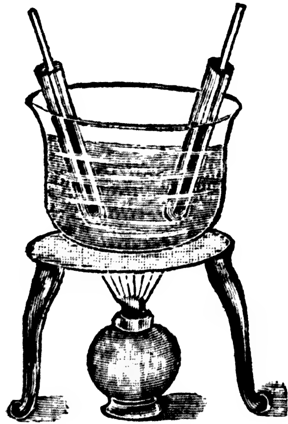
SPECIFIC HEAT ; QUANTITY OF HEAT.

పదార్థములందుగల ఉష్ణపు మొత్తమును ఉష్ణరాశియందురని యిదివరలో వ్రాసియుంటిమి. ఇప్పుడు తారతమ్యోష్ణమన నేమియో తెలుపవలయును. కొయ్యదూలమును, ఇనుపదూలమును ఎండలోనుంచిన యెడల కొయ్యకంటె ఇనుమునకు త్వరితముగ వేడెక్కును. ఇట్లే యొక కత్తిని ఎండలో నుంచినప్పుడు కత్తిపిడికంటె కత్తి యెక్కువవేడిగ నుండును. ఎండలోనున్న కాగితమును రాతిని బట్టి చూచినట్లయిన రాయి కాగితముకంటె వేడిగనుండును. ఈ దృష్టాంతములనుబట్టి కొన్ని పదార్థములకు మరికొన్నిటికంటె త్వరితముగ వేడెక్కునని తెలియవచ్చుచున్నది. అనగా ఉష్ణాకర్షణశక్తినిబట్టి యీపదార్థములకు కొంత తారతమ్యము గలదు. మరియొక యుదాహరణము దీసికొందము. ఒకపౌను తూనికగల నీరును ఒకపౌను పాదరసమును దీసికొని ఒకేనిప్పుమీద రెంటిని వేరువేరుగ అయిదు నిమిషములవరకును గాచినప్పుడు నీరు ఒకయంశము (Degree) వేడిబడిన యెడల పాదరసము ముప్పదియంశములు వేడిబడును. అనగా పాదరసము నీటికంటె ముప్పదిరెట్ల వేగముతో వేడిని లాగుకొనును. ఒకపౌనుకుబదులు ముప్పది పౌనుల పాదరసము దీసికొని నీటినిగూడ ఒకపౌను తీసికొని యేకకాలమున కొంతవరకు గాచినప్పుడు నీరు ఒకయంశము వేడిబడినట్లయిన పాదరసముగూడ ఒకేయంశము వేడిబడును. దీనినిబట్టి ఒకపౌను నీటియం

దెంత వేడిమి గలదో ముప్పదిపౌనుల పాదరసమునందంతే వేడిమి గలదని మనము తెలిసికొనవచ్చును. అనగా ఉష్ణగ్రహణశక్తి పాదరసమునకంటె నీటికి ముప్పది రెట్లెక్కువని తెలియనగును. ఈశక్తి పదార్థములన్నిటికిని సమానముగా నుండక వేరువేరుగ నుండుటచేత దీనికి తారతమ్యోష్ణమని పేరుగల్గె. ఈ యుష్ణాకర్షణశక్తి పదార్థములన్నిటికంటె నీటి కెక్కువగ గలదు. ఈ కారణమును బట్టి నీరు కాచుట కెక్కువ కాలము బట్టును. తారతమ్యోష్ణమును గనుగొనుమార్గము లనేకములున్నవి. అందుముఖ్యమైన దొకటిందు బొందుపరిచెదము.

తారతమ్యోష్ణము.

పదార్థముల తారతమ్యోష్ణమును జూపుట కిందొక చిన్న ప్రయోగమును పొందుపరచెదము.



10 ఎ పటము.

సమానమైన తూనికగల నీటిని పాదరసమును, రెండు శోధన గొట్టములలో దీసికొనుము. 50 గ్రాముల నీటిని, అంతే బరువుగల పాదరసమును దీసికొనిన, మొదటిదాని పరిమాణము చాల హెచ్చుగా నుండును. అయినను అవిరెండును సమానమైన భారముగలిగినవియే. ఇప్పుడా రెండు గొట్టములయందును రెండు ఉష్ణతామాపకములనుంచి, వానిని రెంటినికూడ ఒకటే దీపమునందు వెచ్చచేయుము.

అట్లు కొంతసేపుంచి, ఉష్ణతామాపకములను జూచిన, పాదరసమునందలి యుష్ణతామాపకము నీటిలో దానికంటె హెచ్చు యుష్ణోగ్రతను గనబర్చును.

ఆ రెండును ఒకేకాలమునందు వేడిచేయబడుటచే, సమానమైన యుష్ణమును, దీసికొనినను, వాని యుష్ణోగ్రతలేల భేదముగ నుండవలెనని యడుగ వచ్చును.

ఆ రెండును సమానమైన భారముకలిగియున్నను, సమాన పరిమాణములు కలవి కావు. అట్లే అవి సమానమైన యుష్ణరాశిని దీసికొనినను, సమానయుష్ణోగ్రతను బొందుటలేదు.

గ్రీష్మ ఋతువునందు మధ్యాహ్నము, మన మిసుకభూమిమీద నడచుచున్నప్పుడు, కాళ్లు భగ్గున మండి, వేడిమి కోర్వలేక, ప్రక్కనున్న కోనేరులోనికిగాని చెరువులోనికిగాని పరుగిడుదుము. దీనికిగారణము, కోనేరులోనినీరు, భూమియంత యుష్ణముగానుండదని మనకు లోకజ్ఞానమువలన దెలిసియుండుటయే. భూమియు జలమునుగూడ సూర్యునివేడిమికే పాత్రములైనను, ఆరెండును సమానమైన యుష్ణోగ్రతను బొందుటలేదు. దీనినిబట్టి వేరువేరు పదార్థములకు వేరువేరు ఉష్ణ రాసులను దీసికొను శక్తి యుండునని దెలియుచున్నది.

ఇట్లు కొన్ని యితరపదార్థములతోగూడ ప్రయోగమును జేసి చూచిన, వానికన్నిటికి వేరువేరు ‘ఉష్ణగ్రాహక శక్తి’ అనగా నుష్ణమును దీసికొను శక్తి యుండునని మనకు దెలియును. ఏ పదార్థ మెంత యుష్ణమును దీసికొనునో దెలిసికొనవలెననిన, నది దీసికొను ఉష్ణరాశిని కొలుచుటకు సాధనము లుండవలెను. తర్వాత మనకొక ‘మానము’ గూడ గావలయును. అది ఉష్ణరాశిని కొలుచుట కుపయోగించు మానమగుటచే ‘ఉష్ణరాశిమాన’ మనబడును.

‘ఉష్ణరాశి మానము’: ఒకగ్రాము స్వచ్ఛమైన నీటియొక్క యుష్ణోగ్రతను, ‘శతవిభాగి’ యుష్ణమాపకముయొక్క ఒకయంశముగుండ హెచ్చించుటకుగావలసిన యుష్ణము దీనికి మానము: అనగా దానియుష్ణోగ్రతను సున్ననుండి ఒకటింటికిగాని, 10నుండి 11 టికిగాని, ఒకయంశ

మును హెచ్చించుటకు వలయు ఉష్ణ మంతయుజేరి యొక ఉష్ణరాశి మానము అనబడును.

సమానమైన బరువుగల వివిధ పదార్థములకు గావలసిన యుష్ణరాశి వేరువేరుగా నుండును. ఉదా: —పాదరసము నీటియుష్ణములో 30వ వంతు ఉష్ణమును దీసికొనును. అదియే దాని 'తారతమ్యోష్ణము.' తారతమ్యగరిమను కనుకొనుటకు నీటిని మూలముగా దీసికొనినట్లే, తారతమ్యోష్ణమునకుగూడ నీటినే దీసికొందురు.

ఒకగ్రాము నీటి యుష్ణోగ్రతను ఒకభాగము హెచ్చించుటకు యుష్ణరాశి 'ఒకమానము' గావలసిన, 20 గ్రాముల నీటిని 1 యంశము హెచ్చించుటకు 20 మానములు గావలసియుండును. 20 గ్రాములను 10 భాగములు హెచ్చించుటకు 200 మానములు గావలసియుండును. కాబట్టి 10 భాగముల యుష్ణోగ్రతగల 20 గ్రాములనీటియందు 200 మానముల యుష్ణరాశి యుండును. ఆనీరు చల్లబడి తిరిగి మొదటిస్థితికి వచ్చిన, 200 మానముల యుష్ణము అందుండి వెడలిపోవును.

50 గ్రాములనీటిని 30 అంశములనుండి 40 అంశములకు వేడిచేయుట కెంత యుష్ణరాశి గావలెను? ఆ యుష్ణము 100 గ్రాముల నీటిని 25 భాగములనుండి యెంతయుష్ణోగ్రతకు దెచ్చును?

నీటిలోని యుష్ణరాశి దెలిసికొనవలెననిన దాని బరువును, దాని యుష్ణోగ్రతచే హెచ్చించిన వచ్చును. కాబట్టి 50 గ్రాములను 10 అంశములు హెచ్చించుటకు, 50 × 10 = 500 ఉష్ణమానములు గావలసియుండును. 500 మానములు 100 గ్రాములను 5 అంశముల వరకు వెచ్చచేయును. అనగా నీటిని 25 అంశములనుండి 30 అంశముల కాచును.

తారతమ్యోష్ణమును కనుగొను విధము.

100 గ్రాముల నీటి నొక పాత్రలో బోసి, దాని యుష్ణోగ్రతను కనుగొనుము. ఒక చిన్న శోధననళిక (Test tube) లో 50 గ్రాముల

రాగిముక్కలను వేసి, దానిని మసల కాగుచున్న నీటిమండి వచ్చుయావిరిలో బెట్టుము. అట్టియావిరియొక్కయుష్ణోగ్రత 100భాగములై యుండుటచే, రాగిముక్కల యుష్ణోగ్రతగూడనంతే యుండును. ఇప్పుడీ రాగిముక్కలను నీటిలో బోసిన, నీరు కొద్దిగా వేడెక్కును. నీటియొక్క మొదటి యుష్ణోగ్రత 23 అంశములుగానుండి,అందు రాగిని పోసినతర్వాత 27 అంశములవరకు హెచ్చిన,దాని ఉష్ణోగ్రత 4 అంశములు హెచ్చినది.

100 గ్రాముల నీటి యుష్ణోగ్రతను4 అంశములు హెచ్చించుటకు వలయు నుష్ణము, 100 × 4=400 ఉష్ణరాశిమానములు. ఈ 400 ఉష్ణమానములు రాగినుండి వచ్చినవి. కాబట్టి నీటికి గల్గిన యుష్ణము, రాగిముక్కలనుండి వచ్చినది. అనగా రాగి పోగొట్టుకొనిన యుష్ణము 400 మానములు; అది 100అంశములనుండి 27 అంశములవరకు వచ్చుటచే,63 అంశముల యుష్ణోగ్రత తగ్గినది.

కాబట్టి 50 గ్రాములరాగి 63 అంశములు వేడిమి తగ్గునప్పుడు 400 ఉష్ణమానములను విడుచును.

కావున 1 గ్రాము రాగి 63 అం. తగ్గిన $\frac{400}{50}$=ఉ. మా. విడుచును.
1 ,, 1 ,, $\frac{8}{63}$= ,,

అదియే దాని తారతమ్యోష్ణము; అది సుమారు $\frac{1}{8}$

కాబట్టి రాగియొక్క తారతమ్యోష్ణము నీటిలో అష్టాంశముగా నుండును. ఈవిధముననే కొన్నిపదార్థముల తారతమ్యోష్ణమును తెలిసికొనవచ్చును.

పాదరసముయొక్క	తారతమ్యోష్ణము.		$\frac{1}{30}$	సుమారు.
ఇత్తడి	,,	,,	$\frac{1}{10}$	,,
బంగారు	,,	,,	$\frac{1}{33}$	,,
వెండి	,,	,,	$\frac{1}{19}$	,,

పాదరసముయొక్క యుష్ణోగ్రత మిక్కిలి తక్కువగుటచే, నది త్వరగా వేడెక్కి వ్యాకోచము జెందును. కనుకనే, దానిని మన యుష్ణమాపకమం

దుపయోగించితిమి. దాని నుష్ణమాపకమం దుపయోగించుటకు గల గారణములలో నిది ముఖ్యమైనది.

అంతర్గతోష్ణము.

LATENT HEAT.

ఉష్ణమువలన పదార్థముల యుష్ణోగ్రత యధికమగునని యందరకు దెలిసినవిషయమే. కొంచెమునీటి నొకగిన్నెలో దీసికొని, దానిలో నొక యుష్ణమాపకమునుంచి ఆనీటిని వెచ్చచేయుట కారంభించిన, నీటి యుష్ణోగ్రత హెచ్చుచున్నట్లు ఉష్ణమాపకమువలన సూచింపబడును. అట్లు కొంత సేపు వెచ్చచేసిన, నీరు సళసళకాగి, బుగ్గలువచ్చును. అప్పుడది యావిరిగామారి, ఆయావిరిబుగ్గలే పైకివచ్చుచున్నవని మన మనుకొందుము ఆవిరిగా మారుట కారంభించినప్పుడు ఉష్ణమాపకము 100 అంశములను సూచించును. అట్లానీటిని వేడిచేయుచునే యుండి ఉష్ణమాపకమును జూచిన, నది 100 అంశములయొద్దనే నిలిచియుండును, కాని నీరు ఆవిరిగామారుటచే పరిమాణమునందు తగ్గిపోవుచు తుద కంతయు ఆవిరి యగును. అంతవరకును ఉష్ణమాపకము 100నే సూచించుచుండును.

నీటికసరుకచ్చిన తరువాత మన ముపయోగించు ఉష్ణము, నీటి యుష్ణోగ్రతను హెచ్చింపక, ఏమయినదని యడుగవచ్చును. ఆవేడిమి, నీటిని 100 భాగముల యుష్ణోగ్రతకుదెచ్చి, తర్వాత దాని యుష్ణోగ్రతను హెచ్చింపక, దానికి స్థితిభేదమును గలుగజేయుచున్నది. కాబట్టి ఆ యుష్ణము నీటిలోనే యంతర్గతమై, ఉష్ణమాపకముచే సూచింప బడుట లేదు. కాని, నీటియందు స్థితిభేదమునుగలిగించుచున్నది. అట్టియుష్ణమును, 'అంతర్గతోష్ణ' మని చెప్పవచ్చును. ఆయావిరి నొక గిన్నెలో బట్టి చల్లని నీరుగల మరియొక పెద్దగిన్నెలో బెట్టిన, లోపలి గిన్నెలోని యావిరంతయు నీరై, పైగిన్నెలోని నీటికి వేడెక్కును. కాబట్టి యావిరి నీరైనప్పుడు దానియందలి యంతర్గతోష్ణము తిరిగి విడువబడునని దెలియుచున్నది.

మంచుగడ్డ నొకగిన్నెలో తీసి దాని యుష్ణోగ్రతను జూచిన సున్నగా నుండును; దానిని వేడిచేసిన, మంచు కరగి నీరగును. కాని ఉష్ణమాపకముసున్నయొద్దనే యుండును. అట్లామంచంతయు గరగి నీరగువరకును నదిసున్నయొద్దనేయుండి, అంతయు నీరయినతర్వాత హెచ్చుట కారంభించును. దానిని వేడి చేయుచునే యుండిన, అది 100 అంశముల వరకు హెచ్చి అక్కడ నీరంతయు నావిరిగా మారువరకును ఆగిపోవును. కాబట్టి అంతర్గతోష్ణము, ఆవిరి యగునప్పుడే గాక, మంచుగడ్డ కరగి నీరగు నప్పుడు గూడ గావలసియుండును.

ఇట్టి యంతర్గతోష్ణత నీటికేగాక స్థితిభేదమును జెందు ప్రతి పదార్థమునకును గావలసి యుండును. కొంతమైనము నొకగిన్నెలోవేసి వెచ్చజేసిన, అది కరగుట కారంభించిన తర్వాత అంతయు కరగువరకు ఉష్ణమాపకము నిలిచియుండును. అంతర్గతోష్ణమన నేమో మనకిప్పుడు బాగుగ దెలియును. పదార్థము స్థితిభేదము జెందునప్పుడు, దాని యుష్ణోగ్రతను మార్చక స్థితిని మార్చుటయందు మాత్రమే ప్రయోగింపబడిన యుష్ణరాశి 'అంతర్గతోష్ణము.'

ఒకగ్రాము నీటి యుష్ణోగ్రతను హెచ్చించుటకు, 1 ఉష్ణమానము గావలసిన, ఆనీటినే, యావిరిగా మార్చుటకు 560 ఉష్ణమానములు గావలయును. అట్టి నీటియొక్కయు వానినుండివచ్చు యావిరియొక్కయు ఉష్ణోగ్రత 100 భాగములుగానే యుండును. అట్లే 1 గ్రాము మంచుగడ్డను నీరుగా మార్చుటకు 80 ఉష్ణమానములు గావలయును.

అంతర్గతోష్ణమును కనుగొను విధము.

కొంతనీటి నొకగిన్నెలోబోసి తూచుము. గిన్నెభారమును మొదట కనుగొనిన, నీటియొక్క బరువు తెలియును. ఆనీటి యుష్ణోగ్రతను దెలికొనుము. తర్వాత దానిలోనికి, కళకళకాగు నీటినుండి వెలువడుయావి(పోవునట్లు చేయుము. ఆవిరి చలికాకుడుచే నీరగును. నీరు వేడిసోకుటచే

వేడెక్కును. అట్లు కొంతసేపు ఆవిరిపోయిన తరువాత, నీటియుష్ణోగ్రతను కనుగొని, గిన్నెనుతూచుము; ఇప్పుడెక్కువైన బరువు, నీరుగా మారిన యావిరియొక్కబరువే. ఆనీరంతయు అంత వేడెక్కుటకు వలయునుష్ణమును దెలిసికొనిన, అదియే యావిరి పోగొట్టుకొనిన యుష్ణముగా నుండును. దానినిబట్టి, 1 గ్రాము ఆవిరి, నీరగునప్పుడు వదలివేయు నుష్ణమును దెలిసికొనవచ్చును. అది 560 ఉష్ణమానములు. ఈవిధముననే మంచుయొక్క అంతర్గతోష్ణమునుగూడ దెలిసికొనవచ్చును. అది గ్రామునకు 80 ఉష్ణమానము లుండును.

ఉష్ణప్రచారము.

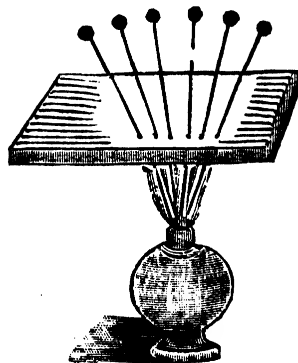
RADIATION OF HEAT.

సూర్యునినుండి మనకు వెలుతురును వేడిమియు వచ్చుచున్నవి. సూర్యునినుండి వేడిమి వచ్చునట్లే, దీపమునుండిగాని, మంటనుండి గాని, ఉష్ణోదకము లోనగు ఇతరములయిన, ఉష్ణపదార్థములనుండి గాని, ఉష్ణము అన్నిప్రక్కలకు ప్రసరించును. కనుకనే సెగడి చుట్టును గూర్చుండియున్న అందరకును వేడిమి సోకును. వెల్తురు, కిరణములుగా ప్రసరించునట్లే, వేడిమిగూడ కిరణములుగా ప్రసరించును. అయిన వేడిమి కిరణములు దృగ్గోచరముగాక త్వగింద్రియమునకు మాత్రము గోచరించును.

ఇనుపగరిటెను, కర్రముక్కను, అగ్నిలోబెట్టి కొంచెము సేపటికి వానిరెండవ కొనలనుతాకిన, మొదటిది వేడిగానుండును రెండవదియథాప్రకారముగానే యుండును. గరిటెచివర కొంచెము మైనము నంటించిన నది కరగి పడిపోవును ; అగ్గిపుల్లను దానిచివరకు తాకించిన నది భగ్గున మండును. కర్రచివర నిట్టివేమియు జరగవు. దీనికి కారణము, ఇనుముగుండ వేడిమి ప్రాకుటయు, కర్రగుండ ప్రాక లేక పోవుటయుదప్ప వేరు లేదు. ఇనుమువలెనే, తక్కిన లోహము లన్నియు గూడనుష్ణమును ప్రాకు

నట్టుజేయును. అట్టివానిని ‘ఉష్ణవాహకము’’(Conductors) ‘లని జెప్పవచ్చును. కర్ర, రాయి, పలకముక్క, లక్క, గంధకము మొదలైనవానిగుండ ఉష్ణము ప్రాక లేదు. కనుకనే యట్టివానిని నిర్భయముగా చేతిలో బట్టుకొని, రెండవకొనను వేడిచేయవచ్చును. అవి ‘అనుష్ణ వాహకములు’ ‘ఉష్ణవాహకశక్తి’ అన్ని పదార్థములయందును సమానముగానుండదు. వెండిగరిటెను ఇనుపగరిటెను నిప్పులోబెట్టిన, మొదటిదానికి రెండవదానికంటె త్వరగా వేడెక్కును. ఈ విషయమును చిన్న ప్రయోగములన బాగుగ గ్రహింపవచ్చును.

సమానమైన పొడుగును లావును గల వేరువేరు వస్తువుల కాడలను సంపాదించి, వాని కొనల నొకవైపున జేర్చి కట్టగట్టిరెండవవైపుకొనలనుదూరముగా నుండునట్లు చిన్నఅట్టముక్కలో గానిబల్ల చెక్కలోగానిఅమర్చిపెట్టుము. వాని విడిగానున్న కొనలకు చిన్నమైనపుముక్కల నంటింపుము; తర్వాత, రెండవకొనలను దీపముతో వేడిచేయుము.

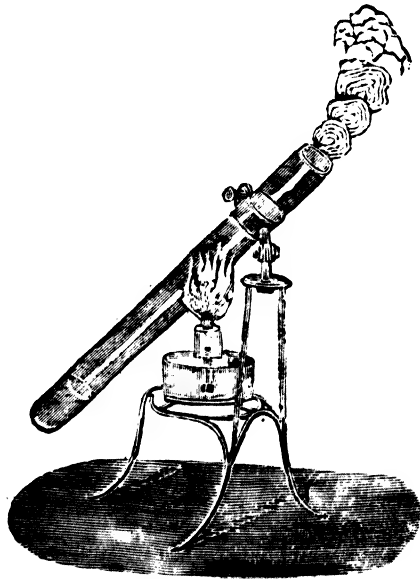


11 వ పటము.

మైనపు ముక్కలన్నియు నొకసారిగా పడక, ఒకటొకటిగ కరిగిపడుట కారంభించును. అట్లుపడుటలో, ఉష్ణవాహకశక్తి ఎక్కువగా నున్నవానియందు ముందుపడును. అనుష్ణవాహక పదార్థమునం దెప్పటికిని పడదు. త్వరగా బడుటనుబట్టి వానిశక్తిని గ్రహింపవచ్చును.

ఘనపదార్థములే గాక, ద్రవపదార్థములు గూడ ఉష్ణవాహకములు గావచ్చును. ద్రవపదార్థములలో పాదరసము మాత్రమే మంచి వాహకము; తక్కినవన్నియు సర్వసాధారణముగా అనుష్ణవాహకములు. నీరు ఉష్ణవాహకము గాదు. ఇందుకు ప్రయోగము:

కొంత నీటిని గొట్టములో బోసి, దానియుపరిభాగమునొద్ద నెంతసేపు వేడిచేసినను, క్రిందిభాగము వేడెక్కదు. పై భాగమందలి నీటిలోనుండి యావిరి వెడలుచుండినను క్రిందిభాగమునందలి నీరు చల్లగా నుండును. గొట్టములో క్రింద మంచుగడ్డ పెట్టినను అది కరగదు. 12 వ పటము చూడుము. దీనినిబట్టి నీటినుండి వేడిమి ప్రవహింపదని దెలియుచున్నది. అట్లుగాక, అది వాహకమైయున్నయెడల, దినకరుని వేడి కిరణములకు పాత్రములైన నదులయందలి, సముద్రములయందలి జలజంతువులు, మాడి పోవలసినవే. ఉపరిభాగమునందు వేడిమి యెంత హెచ్చుగానున్నను, లోపల చల్లగానుండుటచే నా జలాశయములు జంతువులకు ఎప్పుడును వాసయోగ్యములుగా నుండును.

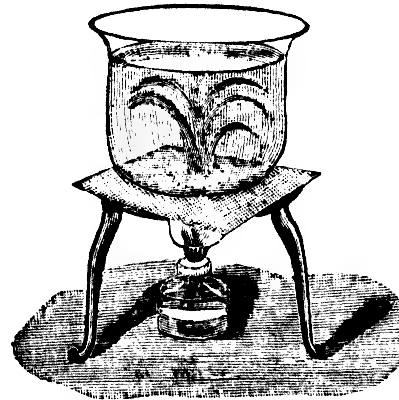


12 వ పటము.

అయిన, నీటిని మనము ప్రతిదినమును కాచుచుండుట లేదాయని ప్రశ్నవేయవచ్చును. అట్లు కాచునప్పుడెల్ల, నీటిక్రింద మంట వేయుదుము

గాని, పైన మంట వేయము. క్రింద మంట పెట్టిన నేమి? పైనీ రెట్లు వెచ్చనగును? నీరు అనుష్ణవాహకము గదా? అని అడుగవచ్చును. అట్లు క్రింద మంటవేయునపుడు, క్రిందినీరు వేడెక్కును. అందుచే నది వ్యాకోచము జెంది, తేలికయగును. మీదనున్న చల్లనీరు బరువుగను, క్రిందనున్న వేడినీరు తేలికగను ఉండుటచే నక్కడ నుండక యుపరిభాగమునకు తేలును. మీదనున్న చల్లనినీరు క్రిందికి వచ్చును. అదిక్రింది యగ్నివలన వేడిమి జెంది, వెనుకటి దానివలెనే పైకిబోవును. పైనున్న నీరు క్రిందికి వచ్చును. ఇట్లు క్రమక్రమముగా నీరంతయు వేడెక్కును.

ఈ విషయమును ప్రదర్శనమువలన జూపవచ్చును. గాజు గిన్నెలో నీరుబోసి, దానిలో కొంచెము రంపముతో కోయబడిన చెక్క పొట్టు వేయుము. ఆ గిన్నె నిప్పుమీద బెట్టిన నీరు వేడెక్కిన కొలది రంపపుపొట్టు క్రిందినుండి పైకెక్కుచున్నట్లు కనబడును. అనగా అందలి నీరు క్రిందినుండి వేడెక్కుటచే పైకి తేలునని తెలియును.

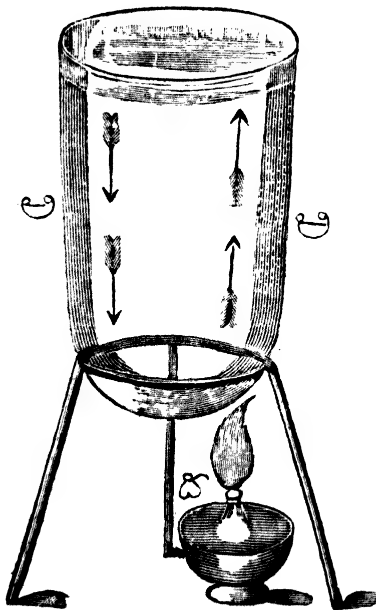


13వ పటము

ఇట్లు నీటిని క్రిందవేడిచేసినయెడల నందు క్రిందినుండి మీదికిని మీదినుండి క్రిందికినిపోవు కెరటములు, పుట్టును. 12వ పటము చూడుము. ఇందు పాత్రలోని నీరు క్రిందిభాగమున నట్టనడుమ వెచ్చచేయబడు చున్నది. అందుచే పాత్రయొక్క నడిమి భాగమునుండి కెరటలు మీదికి పోయి పాత్రయొక్క యంచుల వైపునుండి క్రిందికి వచ్చుచున్నవి. 13వ పటము చూడుము. ఇందునీరు ఒకవైపుననే వెచ్చ చేయబడుచున్నది. కావున

ఆవైపున నీరు పైకెక్కుటయు, రెండవ వైపునుండి క్రిందికి దిగుటయు తటస్థించుచున్నది.

ఇట్లు కెరటములు నీటియందేగాక, గాలిలోకూడ పుట్టును. చాల వేడిప్రదేశములయందలి గాలి వేడెక్కి తేలికయగుటచే, నాకాశమున కెక్కును. దానిప్రదేశము నాక్రమించుటకు, చల్లని ప్రదేశములనుండి, చల్ల గాలి మొదటిచోటికి వచ్చును. ఆకాశమునకు బోయిన వేడి గాలి క్రమముగా చల్లబడి బరువెక్కి తిరిగి క్రిందికి వచ్చును. ఇట్లెప్పుడును, వేడిగాలి యాకాశమునకు బోవుటయు, చల్లనిగాలి వేడిప్రదేశములకు చలిప్రదేశములనుండి ప్రవహించుటయు, జరుగు చుండును. కనుక నే మన కెల్లప్పుడు చల్లని గాలి తాకి మన శ్యాంతిని గల్గించును. అట్లు గానియెడల యుష్ణప్రదేశములయందలి జీవములు మలమల మాడి చావవలసినదే.



14 వ పటము.

నీరు అనుష్ణవాహక పదార్థముగా నున్నందుల కొక ప్రయోజనముగలదు. చలిప్రదేశములయందలి నీరు శీతకాలమున గడ్డకట్టును. అట్లుగడ్డ కట్టునప్పుడు పైభాగము మాత్రమే గడ్డకట్టి, నీరు అనుష్ణవాహకమై యుండుటచే, చలి లోపలికి ప్రాకక, లోపలినీ రెప్పుడును గడ్డకట్టుటకు వీలులేకయుండును. లోపలినీరుకూడ గడ్డకట్టినయెడల అందలి జంతువులూపిరాడకచచ్చును. ఇదంతయు స్వాభావిక విశేషమే.

మంచుగడ్డ; మంచు; పొగమంచు; మంచుబిందువులు; వడగండ్లు.

మనకు ప్రాణాధారమైన జలము ఉష్ణతాభేదములనుబట్టి అనేక రూపభేదములను దాల్చును. అందు ముఖ్యమైనవి, నీరు, ఆవిరి. ఇవియందరకును దెలిసియేయుండుటచే వానినిగూర్చి వేరుగా జెప్ప నవసరములేదు. కనుక తక్కిన రూపభేదములగూర్చి నింకు కొద్దిగ జెప్పవలసియుండును.

మంచుగడ్డ.—ఇది భూమిమీదనున్న నీటికి చలిగాలి సోకి గడ్డకట్టిపోవును. అది ఉత్తర దక్షిణ ధ్రువములకు జేరువను మిక్కుటముగా నుండును. రష్యాదేశపు టుత్తరభాగములందు మంచుగడ్డ విస్తారముగా నుండుటచే, అక్కడివారు దానిమీద ప్రయాణము చేయుటగూడ తటస్థించును. దానిమీద సరుగుళ్లవలెనుండు చక్రములులేని బండ్లను లేళ్లచేలాగించుకొనుచు ప్రయాణము చేయుదురు. మంచుగడ్డను యంత్రసహాయమువలన గూడ జేయవచ్చును. రైలుబండ్లలో వమ్మబడు మంచుగడ్డంతయు నిట్లు చేయబడినదే. నీటిని చల్లబరిచి గడ్డకట్టించెదరు.

(2) మంచు.—పర్వతశిఖరములు ప్రాతఃకాలమున మంచుతో గప్పబడి యుండును. అయిన నది గడ్డకట్టినమంచు కాదు. అది ఆకాశమునుండి ముద్దలుముద్దలుగా బడును. అది మెత్తగానుండి, చేతితో ముద్ద చేయుటకును, కొన్ని ముద్దలను గలిపియొక పేముద్దగా జేయుటకునువీలగును. అట్టి మంచుతో శీతల దేశములందలి పిల్లలు మనము రేగడిమట్టితో బొమ్మలను జేసినట్లు బొమ్మలు మొదలైనవిజేసి యాడుకొందురు. వారు మంచుతో పెద్ద మనుష్యాకారముగల బొమ్మలను జేయుదురని పుస్తకములయందు జదువుచుందుము.

(3) పొగమంచు.—ఆకాశమున మేఘరూపముననున్న సూక్ష్మ జలకణములు, చలిగాలిసోకినప్పుడు వర్షబిందువులుగా మా భూమిమీద వర్షించును. ఆకాశమం దంతట నీటియావిరి యలుముకొనియుండును. శీతకాలమునందును, వర్షకాలమునం దొక్కొకప్పుడును, చలిగాలి సోకుటచే, యావిరంతయు సూక్ష్మజలకణములుగా మారి, ఆకాశమును పొగవలె క్రమ్ముకొనును. దానినే పొగమంచందురు.

(4) హిమబిందువులు.—శీతకాలమున ఉదయమున చెట్ల నుండియు ఇండ్ల నుండియు జల బిందువులు పడుచుండును. వానిమీద సూర్యరశ్మిబడినప్పుడవి వజ్రపుతునుకలవలె రంగు రంగులుగా మెరయును. ఆకాశమునందలి యావిరి చలిగాలి చేతను, చల్లని ఘనపదార్థముల సంపర్కముచేతను, బిందు రూపముల వహించును. అవియే మంచుబిందువులు.

(5) వడగండ్లు.—ఆకాశమునందలి మేఘములకు, అకాత్తుగా చల్లనిగాలి సోకి, నీటి బిందువులు గడ్డకట్టి, వడగండ్లుగా వర్షించును. వానిని మనము కొంచెముసేపుంచిన నీరైపోవును.

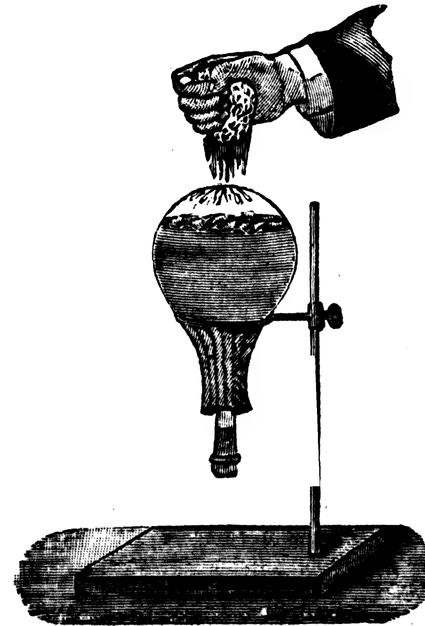
మనకు సాధారణముగా మంచుగడ్డకంటె చల్లని వస్తువులుండవని యభిప్రాయముండును. మంచునుగాని వడగండ్లనుగాని గిన్నెలో వేసి యుష్ణమాపకను బెట్టిన, అంశము 0 మువరకు పాదరసము దిగును. సున్న యొద్దకువచ్చి యాగిపోవును. ఆ మంచుతో కొంచెము ఉప్పును కలిపిన ఉష్ణమాపకము సున్నకంటె క్రిందికి దిగును; దీనినిబట్టి మంచుగడ్డకంటె చల్లని పదార్థములుగూడ నుండవచ్చునని తెలియుచున్నది.

నీరు, 100 అంశముల యుష్ణోగ్రతను జెందినప్పుడు, ఆవిరిగా మారునని మనము దెలిసికొంటిమి. అయిన నానీరు శుభ్రముగనున్నప్పుడే యట్లు జరుగును. దానిలో ఉప్పుమొదలైన పదార్థములు కలిసిన, 100 భాగములకంటె హెచ్చు ఉష్ణోగ్రత జెందినగాని, అందుండి యావిరి వెలువడదు. ఆ వెలువడిన యావిరి యుష్ణోగ్రత మాత్రము 100 భాగములుగానేయుండును.

నీరు ఆవిరిగా మారునప్పటి యుష్ణోగ్రత, అందితరపదార్థములు కలిసియుండుటనుబట్టియేగాక, దానిమీదనుండు వాయుపీడనమును బట్టి కూడనుండును. పర్వతశిఖరములమీద నీరు 100 అంశముల క్రిందనే యావిరగును. దానికి కారణము అక్కడ వాయుపీడనము తక్కువగానుండుటయే. లోతైన గనులలో నది100అంశములకు పైనిగాని యావిరిగా మారదు. ఈ విషయమును ప్రయోగమువలన జూపవచ్చును.

ఒక సన్నని మూతిగల గాజుబుడ్డిలో నీరు కొంతవరకు బోసి, క్రింద మంట బెట్టుము. నీరుపొంగి యావిరగుటకారంభించి, ఆయావిరి దానినుండి పైకివచ్చుచున్నట్లు కనబడినతర్వాత దానికి గట్టిగా బిరడ బెట్టుము.

ఇప్పుడు దానిని బోర్లించి, దానిమీద చన్నీళ్లు బోయుము. 15వ పటము చూడుము. అట్లు పోయుట వలన, నీటిలోనుండి బుడగలు తిరిగివచ్చును. కాబట్టి దానినుండి తిరిగి యావిరి వచ్చుచున్నదని దెలిసికొనవచ్చును. ఇప్పుడు దాని యుష్ణోగ్రత 100కంటె తక్కువగానుండును. అనగా 100 కంటె తక్కువ యుష్ణోగ్రతలో గూడ ఆవిరివచ్చునని దెలియుచున్నది. గాజు బుడ్డిని తలక్రిందు జేసినప్పుడు, అందలి శూన్య ప్రదే



15 వ పటము.

శము ఆవిరిచే నాక్రమింపబడి యుండును. దానిమీద నీరు పోసినప్పుడు ఆవిరి చల్లబడి నీరగును. అట్లా యావిరి నీరగుటచే, నక్కడ శూన్యప్రదేశ మేర్పడుటవలన, నీటిమీదపీడనము తగ్గును; పీడనము తగ్గుటవలన, నీరు తిరిగి యావిరగును. కాబట్టి నీటిని ఆవిరిగా మార్చుటయందు దాని యుపరి భాగము మీదిపీడనము శక్తిని వహించియుండునని తెలియును.

ఆవిరియంత్రములు.

ఉష్ణత యనునది యొక మహాశక్తి. దీనిని మనము స్వాధీనములో నుంచుకొనినయెడల దానిచే కొండను పిండిచేయింపవచ్చును; వాయు వేగముతో నొకచోటునుండి మరియొకచోటికి ప్రయాణముచేయవచ్చును; మనుష్యులకు గావలసిన వస్త్రాదులు దినమునకు కోట్లకొలది నేయింప వచ్చును. వేడిమియందుగల యీ గుణమును తెలిసికొని శాస్త్రజ్ఞులు కొన్ని యంత్రములను నిర్మించిరి. ఆవిరి బలముచే నడుచుచున్న రైలు బండియు, పొగయోడలును, బట్టలు నేయు యంత్రములును మనము చూచుచున్నారము. వీనికన్నిటికిని ఆవిరియంత్రములని పేరు. ఈ చిన్న గ్రంథములో వానినన్నిటిని వర్ణించుటకు వీలులేదు. ఇవన్నియు నేయంత్రము వలన నడుచునో యట్టిదియొకటి వర్ణించిన చాలును.

వ్రేలియుంగరమంత గుండ్రముగానుండు గాజుగొట్టమును తీసికొని యందు నాలుగుబొట్లు నీళ్లుపోసి యాగొట్టమును బిరడతో మూయుము. తరువాత నాగొట్టమును వెచ్చచేసినయెడల పెద్దధ్వనిచేసి యా బిరడ యెగిరిపోవును. అట్లది యెగురుటయేల? గొట్టములోని నీరు ఆవిరియై వ్యాకోచమును చెంది, తనకుండుటకు ఆ చిన్నస్థలముచాలక, బిరడను ఎగరగొట్టుకొని యావలపడును. అన్న ముడుకుచున్న గిన్నెమీదపెట్టిన సిబ్బి క్రిందపడుట అందరెరిగినదియే. ఇట్లు నీరు ఆవిరియై వ్యాకోచమును చెందినప్పుడు దానికి మిక్కిలి బలముగలిగి, దానితో సంబంధముగల యితర వస్తువులకు గతి (Motion) కల్పించునని స్పష్టపడుచున్నది.

ఈ సిద్ధాంతము ననుసరించియే యీ క్రింది యావిరియంత్రము చేయబడినది.

ఆవిరియంత్రముయొక్క నిర్మాణము,

16 వ పటము చూడుము. ఇందు 'క' అనునది యొక నీళ్లకాగు (Boiler). ఇందు నీళ్లు ఉండును. దీని క్రింద నిప్పువేసి నీళ్లు వెచ్చ చేయుదురు. ఇందులో నీళ్లు బాగుగ కాగి యావిరియగును. అది కాగుతో కలిసియున్న సన్న గొట్టములోనుండి 'చ$_1$ చ$_2$' అను గొట్టములోనికి పోవును. కుడిచేతి వైపు గొట్టమునకు క్రిందను మీదను 'చ$_1$', 'చ$_2$' మరలు గలవు. ఇవి యొకవైపు త్రిప్పిన యెడల గొట్టములోనికి ఆవిరి పోదు. ఇంకొకవైపునకు త్రిప్పినయెడల గొట్టములోనికి ఆవిరి పోవును. 1,2, 3,4 అంకెలు గుర్తుగాగలది యొక స్థూపము (Cylinder) అనగా గుండ్రని పెద్దగొట్టము. కాగులోని యావిరి యేగొట్టము ద్వారా పోవునో యా గొట్టముమీది భాగమందు 'చ$_1$' అనుచోటను, క్రిందిభాగమందు 'చ$_2$' అనుచోటను, ఈస్థూపముతో కలుపబడియున్నది. స్థూపములో నొక 'ముసలకము'ను దానినంటి ముసలదండమును కలదు. 'చ$_1$' అనుమార్గము 'ముసలకము'నకు మీదను, 'చ$_2$' అనుమార్గము 'ముసలకము'నకు క్రిందను ఉన్నవి. స్థూపమునకు నెడమప్రక్కను ఇట్టిమార్గములే 'చ$_3$' 'చ$_4$' అనునవి కలవు.

16 వ పటము.

క్రిందనున్న 'చ$_2$' ద్వారమును మూసి మీది 'చ$_1$' ద్వారమును తెరువుము. అందుచే కాగులోని యావిరి 'చ$_1$' మార్గమున స్థూపములో

నికి ప్రవేశించి ముసలకమును క్రిందికి త్రోయును. ఇక మీది ‘చ$_1$’ ద్వారము మూసి క్రిందనున్న ‘చ$_2$’ ద్వారము తెరువుము. క్రిందినుండి యావిరి స్థూపములో ప్రవేశించి ముసలకమును పైకిత్రోయును. ముసలకముమీద నున్న యావిరి ప్రక్కనున్న ‘చ$_3$’ ద్వారము తెరచియుంచి నందుచే అందుండి వెలువడును. ముసలకమిట్లు మీదికిపోవును. మరల ‘చ$_2$’ మూసి ‘చ$_1$’ తెరిచిన ముసలకము క్రిందికివచ్చును. ఈ తడవ ముసలకము క్రిందనున్న యావిరి వెలుపలికి వెడలిపోవుటకు ‘చ$_4$’ ద్వారము తెరచియుంచవలెను. ఇట్లు ముసలకము క్రిందికిమీదికి తిరుగుచుండును. అనగా దానికి అతిశీఘ్రమైన గతి(Motion) కలుగును. పైనివర్ణింపబడిన ద్వారములను మూయుట తెరచుట మనుష్యులు చేతితో చేయవలయుననిన చాలకాలము పట్టును. విశేషమైనపని జరుగదు. కావున ఆవిరియంత్ర సాహాయ్యముననే మూయునట్లును తెరుచునట్లును ఏర్పాటు చేయబడియుండును. అందుచే ముసలకము, దాని దండము మిక్కిలి వేగముతో తిరుగుచుండును.

ముసల దండమిట్లు మహావేగముతో క్రిందికి మీదికి తిరుగుచున్నందున, దానికిని ఇంకొక పదార్థమునకును సంపర్కమును కలుగజేసినయెడల నా రెండవపదార్థమునకుగూడ నీ మహావేగము కలుగును. రైలుబండిలోని యింజనుయొక్క యిరుసునకు ఈదండమునకు సంబంధము కలుగునట్లు చేయుదురు. అందుచే నది మహావేగముతో తిరుగును. కావున దానికి తగిలియున్న చక్రములు మిక్కిలి వేగముతో పరుగిడును. బట్టలు నేయు యంత్రశాలలో ఈ ముసలదండమునకును ఒకపెద్ద చక్రమునకును సంబంధముండును. అందుచే నాచక్రము మహావేగముతో తిరుగుచుండును. ఆ చక్రముయొక్క వేగమును చిన్నచిన్న చక్రముల ద్వారా పంచుకొని ప్రత్తియేకుట కొక చిన్నచక్రపు వేగమును, దారము వడుకుటకు మరియొక చిన్నచక్రముయొక్క వేగమును, బట్టనేయుటకు నింకొక చక్రముయొక్క వేగమును ఉపయోగించుకొనియెద్దరు.

ద్వితీయాధ్యాయము.

ప్రకాశము.

LIGHT.

మనము చీకటిలో వస్తువులను చూడలేము; రాత్రి వడగానే చీకటి ప్రవేశించి మన చుట్టునున్న వస్తువులే మనకు కానరావు. చీకటిలోనికి ఒక దీపము తెచ్చిన, ఆదీపమునే గాక దాని చుట్టునుండు వస్తువులనుగూడ చూడగలము. సూర్యోదయము కాగానే సమస్త పదార్థములు దృగ్గోచర మగును. దీనినిబట్టి మనకు చూచుటకు ‘దీపము’ ‘సూర్యుడు’ వంటి తేజోవంతములగు వస్తువులు కావలెనని తెలియును. అట్టి వస్తువులు వెల్తురును లేక ‘ప్రకాశము’ నిచ్చును. దాని వలన మనము చూడగలుగుచున్నాము. అట్టిప్రకాశము లేకపోవుటయే అంధకారము లేక చీకటి యనబడును.

దీపము, సూర్యుడు, మొదలయినవి ప్రకాశము నిచ్చును. అవి ఎక్కడ నున్నను మనము చూడగలము. అవి స్వయముగా ప్రకాశము నిచ్చుటచే ‘స్వయంప్రకాశమైన’ వస్తువులని చెప్పబడును.

చంద్రుడు, కొన్ని నక్షత్రములు స్వయంప్రకాశమానములు గాక సూర్యప్రకాశమువలననే చూడబడుచున్నవి. ఇట్టివి ప్రపంచకమందుండు గోడ, మేడ, యిల్లు, చెట్టు మొదలైనవి. ఇవన్నియు వెల్తురు ఉన్నంతవరకే కనబడును. లేనిచో కనపడవు. అద్దము స్వయంప్రకాశముగాదు. ఇతరచోట్లనుండివచ్చు ప్రకాశమును ప్రతిఫలించుటచే నందు ప్రతిబింబము మనకు కనపడుచున్నది. చూచుటకు నేత్రేంద్రియ మాధారమని చెప్ప నవసరములేదు. నేత్రములులేనివారు చూడలేకుండుట మన మెరుగుదుము. వారికి వెల్తురు, చీకటి యొకటియే.

ప్రకాశస్వభావము.

శబ్దమునకు మూలము ఒక వస్తువుయొక్క 'అనుకంపన' మని యిది వరకే చెప్పబడినది. శబ్దించువస్తువులు కంపించుచున్నవని మనము ప్రయోగములవలన గూడ తెలిసికొంటిమి. 'వేడిమి' 'వెల్తురు' 'విద్యుత్' కూడ పదార్థములయొక్క అణుకంపనవలననే గలుగుచున్నవని శాస్త్రజ్ఞుల యభిప్రాయము. అయితే, వీనియందలి కంపన, ఏ ఇంద్రియమునకును గోచరము గాక, ఏప్రయోగమునకును సాధ్యము గాక యున్నది. గనుక ఈకంపన ప్రయోగ దర్శనము వలన చూపుటకు వీలులేదు. శబ్దము కర్ణరంధ్రమును కంపింపజేసి, శబ్దము వినుచున్నామను జ్ఞానము కలిగించినట్లు, ప్రకాశము నేత్రమును కంపింపజేసి చూచుచున్నామను జ్ఞానమును పుట్టించును.

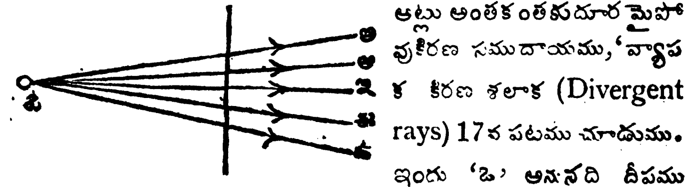
శబ్దము ఒకచోనుండి మరియొక చోటికి బోవుటకు వాయువు (లేక ఏదో యొక పదార్థము) ఆధారమని మనకు తెలియును. వాయువు భూమిమీద 45 మైళ్లు పర్యంతము మాత్రము వ్యాపించియున్నది. వాయువు ప్రకాశమునకు గూడ ఆధారమైన అనేక లక్షల యోజనముల దూరమున నున్న సూర్యమండలమునుండి మనకు వెల్తురు ఎట్లు వచ్చును? కాబట్టి వాయువుగాక మరియొక 'యానము' (medium) వెల్తురుకు ఆధారము కావలెను. అట్టి 'యానము' సర్వవ్యాపకమై, సర్వేంద్రియాదృశ్యమై, సమస్త వస్తుజాల జనకంబైనదని వేదాంత శాస్త్రమునందు చెప్పబడు 'ఆకాశము.' దానిని గూర్చి నవీన శాస్త్రజ్ఞులకు గూడ నంతగా తెలియదు. గాని అట్టిది యొక పదార్థము ఉండవలెననిమాత్రము నమ్ముచున్నారు.

నీటిలోనున్న వస్తువును, నీటిగుండ చూడగలము; అద్దపు తలుపునకు అవతలనున్న వస్తువులు మనకుకనపడును. అనగా నీరు, అద్దము, మొదలయిన వస్తువులగుండ ప్రకాశము చొరగలదనియు, అందువలననే ఆవి అడ్డున్నను పదార్థముల చూడవచ్చుననియు తెలియును. అట్టిపదార్థములు 'పారదర్శక' (Transparent) పదార్థము లనబడు. నీరు మురికిగా నుండిన అందులోనున్న చేప కనపడదు. గోడ, బల్ల, కాగితము, మొదలైనవి అడ్డున్న, ఆవలి వస్తువులు కనపడవు. అనగా వానిలోనికి వెల్తురు చొరలేదు. అట్టివి ''అపారదర్శక'' ''ప్రకాశరోధక'' (Opaque) పదార్థము లనబడును. నూనెకాగితము, ఇండ్లపైవేయు అద్దములు మొదలగు వానినుండి పదార్థములను స్వచ్ఛముగా చూడలేక పోయినను, కొంచెముగా చూడగలము. అట్టివి ''అర్ధ పారదర్శకములు'' (Translucent) అనబడును.

కిరణము: కిరణ శలాక.

కన్నులు కొద్దిగా మూసికొని దీపమువైపు చూచిన. దీపమునుండి పంక్తులుగా ప్రకాశము మన నేత్రముల చొచ్చుచున్నట్లు కనబడును. అట్టి పంక్తిని ''కిరణము'' అందురు. అట్టి కిరణములు కొన్నికలిసిన ''కిరణ శలాక'' (Pencil of rays) అనబడును. కాబట్టి ప్రకాశము పోవు మార్గమునకు కిరణమని పేరు. చూరులోనున్న చిన్న రంధ్రములో నుండి గదిలోనికివచ్చు కిరణసముదాయము కిరణ శలాకయొక్క యుదాహరణము.

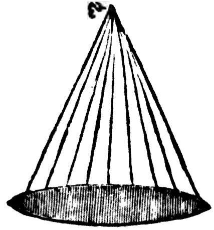
'కిరణపంక్తులు' దీపమునుండి బయలుదేరి అంత కంతకు దూరమై పోవును. కనుకనే గదిలో దీపము పెట్టినగదియంతయు వెల్తురుగానుండును.


17 వ పటము.

ఆట్లు అంతకంతకుదూరమైపోవుకిరణ సముదాయము, 'వ్యాపక కిరణ శలాక (Divergent rays) 17వ పటము చూడుము. ఇందు 'ఓ' అనునది దీపము దానినుండి కిరణములు వెడలి దూర దూరముగా వ్యాపించుచున్నవి. వేరు వేరు స్థలములనుండి బయలు దేరిన కిరణములన్నియు ఒకచో కలిసిన 'సంగమకిరణములు'(Convergent rays)అనబడును. 17వపటముచూడుము పెద్ద మంటనుండి వచ్చు కిరణములన్నియు మనకంటిలో కలిసికొనును.

కిరణము ఋజుపంక్తిగా బోవును.

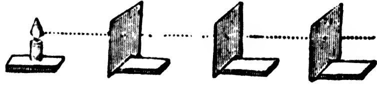
(1) నాలుగైదు చిన్న అట్టముక్కలనుసంపాదించి, వానిమధ్యను చిన్నరంధ్రము చేయుము; ఒక దీపమును ఈ 4, 5 రంధ్రములగుండ చూచుటకు ప్రయత్నింపుము. అన్ని రంధ్రములును ఒకే పంక్తిలోనున్నప్పుడే దీపమును చూడగలము; ఎంతమాత్రముహెచ్చు తగ్గైనను దీపముకనబడదు. 18వపటము జూడుము.



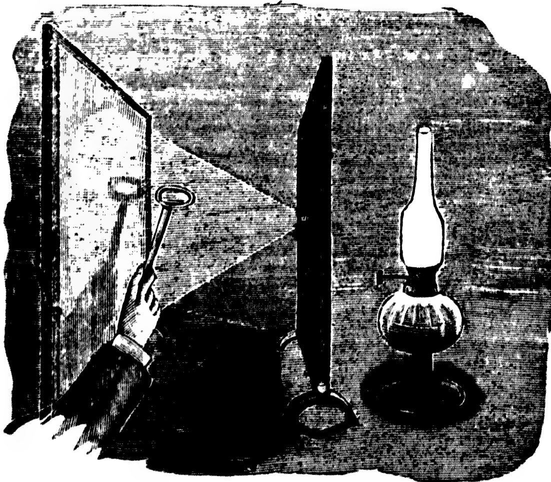
18 వ పటము.

(2) ఒక చెట్టును చూచుచు, చెట్టుకును కంటికిని మధ్యవ్రేలు అడ్డుపెట్టిన చెట్టు కొంత మేర కనపడక పోవును.

(3) దీపమునెదుట ఒక కర్ర నిలువబెట్టుము; ఆకర్రయొక్క నీడ లేక "ఛాయ" గోడమీద పడును. ఆఛాయ కర్రకంటె పెద్దదిగాకూడ నుండును. దీపము కొన, కర్రకొన, ఛాయకొన, నొకధారముతో కలిసిన, మూడును సమానపంక్తిలో నుండును. అనగా ప్రకాశకిరణము వంకరవంకరగాప్రసరింపదు. సరళరేఖలోప్రసరించును.



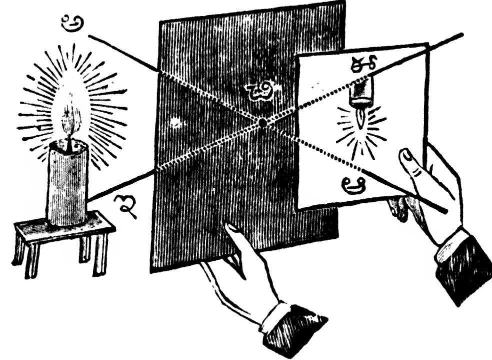
19 వ పటము.



20వ పటము.

పదార్థమెట్లుండిన, దానిఛాయయును నదే యాకారము గలిగి యుండును. గుండ్రముగానుండిన గుండ్రముగానే యుండును. కోణములు గలిగిన కోణములు గలిగియుండును. చెంబువలన గలుగు ఛాయ చెంబువలెనే యుండును. 20వపటముచూడుము.

4. గ్రహణములు సూర్యునికి భూమికి మధ్యను చంద్రుడు వచ్చినప్పుడును సూర్యునికి చంద్రునికి మధ్యను భూమి వచ్చినప్పుడునుకలుగును. అట్లు వచ్చుటచే భూమియు, చంద్రుడును, ప్రకాశరోధక పదార్థములగుటచే సూర్యప్రకాశమును ఆపివేసి, తమ ఛాయను, భూమిమీదగాని, చంద్రునిమీద గాని పడునట్లు చేయును. ఆఛాయ ఎప్పుడును వలయాకారముగా గాని, అందలి భాగముగా గాని కనబడును. వలయాకారముగా నుండిన సర్వగ్రాహియని, అందలిభాగముగా నుండిన అర్థగ్రాహియని చెప్పుదుము. ఆఛాయ యట్లుండుటకు ఆపదార్థములు గూడ ఆయాకారమే కలిగి యుండుటయు వెల్తురు ఋజుమార్గమున ప్రసరించుటయు నావశ్యకము.



21 వ పటము.

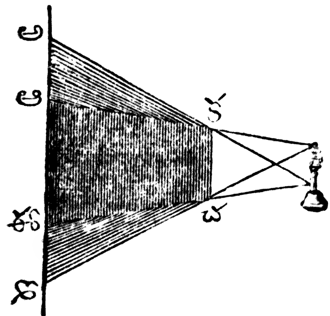
5. మనము గదిలో తలుపులు మూసికొనినప్పుడు, ఆవలి వస్తువుల ఛాయ తలక్రిందుగా గోడమీద గనబడును. దీనికి కారణమూహింపుడు. 21 వ పటము చూడుము. ఇందు 'అ' అనునది మైనపువత్తి దీపము. 'ఈ ఆ' అనునది తెర. ఈ రెంటికి నడుమ నల్లని యట్టయొకటి ఉంచబడినది. ఇదియపారదర్శకమనగా అందుండి కిరణములు ఆవలికి పోనేరవు కావున అందు 'చి' అను చిల్లిచేయుము. కిరణములు ఋజుపంక్తిలో ప్రస

రించినందున ‘అ’ కిరణము ‘ఆ’ అను చోటికిని ‘ఇ’ కిరణము ‘ఈ’ అను చోటికినిపోవ దీపము ప్రతిమ తలక్రిందుగ బడును. దీనినిబట్టి కిరణములు ఋజుపంక్తినే ప్రసరించునని తెలియునది. ఋజుపంక్తి, సరళరేఖలను పదములు సమానార్థకములు.

ఛాయ; ఖండఛాయ.

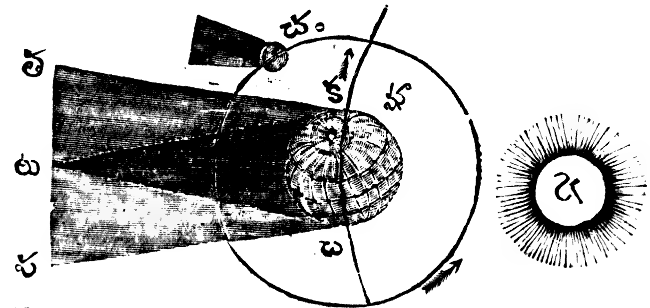
ఏదైన వస్తువును ఎండలో పెట్టిన, దానివలన దట్టమైన ఛాయ యొకటి కలుగును. ఈఛాయచుట్టును అంత దట్టములేని, మరియొక ఛాయ కనబడును. దీనిని ‘‘ఖండఛాయ’’ యందురు. ఇట్టి ఛాయ, ప్రకాశమైన వస్తువునందంతటినుండి వచ్చుకిరణములు అన్నియు ఆపబడక కొన్ని మాత్రము ఆగిపోవుటచే కలుగును.

ఈ క్రింది పటము వలన ఛాయయు, ఖండఛాయయు బాగుగా తెలియగలవు. అ ఆ, ఇ ఈ లమధ్య దీపము నుండి వచ్చు కొన్ని కిరణములు మాత్రమే పడును; గనుకనే ఛాయ అంతదట్టముగానుండదు. ‘ఆ ఈ’ అనుచోట అన్ని కిరణములు పూర్తిగా ఆపబడును. గనుకనే ఛాయమిక్కిలి నల్లగానుండును.



22 వ పటము.

ఛాయకు ఖండఛాయకు గల భేదము ఈ క్రింద నీయబడిన 23వ పటమువలన చదువరులకు నింకను బాగుగ తెలియగలదు. ఇందు ‘స’ సూర్యుడు. ‘భూ’ భూమి; ‘చం’ చంద్రుడు. సూర్యుని పైవైపుననున్న భూభాగము వెల్తురు గలదిగానున్నది. సూర్యునికి నావలనున్న భూభాగము చీకటిలోనుండుటయేగాక ఛాయనుగూడ కలిగించుచున్నది. ‘కచ’ అనుస్థలమునుండి పెద్దదిగా బయలుదేరి క్రమముగా చిన్నదగుచు ‘ట’ యొద్ద శిఖరమువలె నాగిపోయినది. ఇది ఛాయ. ఇది



23 వ పటము.

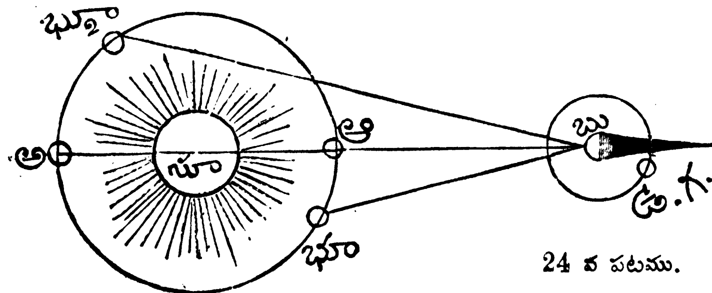
భూమి సూర్యులయొక్క రేఖలోనుండును. ఈఛాయకు పైని, క్రింద ‘టత’ ‘టప’ అక్షరములలో కనుపర్చబడినది ఖండఛాయ. పూర్తిగా చీకటిగానుండదు. చంద్రుడు భూఛాయలో చిక్కినప్పుడు చంద్రగ్రహణమగును. చంద్రుడు ఖండఛాయలో ప్రవేశించినపుడు అతనికి గ్రహణము పట్టినను గ్రస్తభాగము ఒకవిధముగా మనకుగానవచ్చినట్లుండును. ఛాయలో ప్రవేశించినప్పుడు అట్లు గానరాక యాభాగము పూర్తిగా లోపించినట్లుండును. ఈ పటములో చంద్రుని ఛాయయు, ఖండఛాయయు కనపర్చబడినవి.

ప్రకాశవేగము.

ప్రకాశము ఋజుపంక్తిగా ప్రసరించుటేగాక ఒకచోటినుండి మరియొకచోటికి ప్రసరించుటకు అనగా పోవుటకు దానికి కాలముగూడ పట్టును. దూరమున నున్నవస్తువునుండి, మనకంటివరకు, కిరణములు వచ్చుటకు కొంతకాలముపట్టును. సూర్యోదయముకాగానే భూమిమీదికి వెల్తురురాదు. సూర్యోదయమయిన తరువాత భూమిమీదికి వచ్చుటకు కొంతకాలముపట్టును. అనగా సూర్యోదయమైన కొంతకాలమునకు సూర్యోదయమైనట్లు మనకు గానవచ్చును. చంద్రోదయమైన కొంత కాలమునకు మనకు చంద్రోదయమైనట్లు తెలియును. ఈ క్షణమునందు

మనకంటిని చొచ్చు సూర్యకిరణములు, కొంతకాలము క్రిందట సూర్యుని యొద్దనుండి బయలుదేరియుండవలెను.

ప్రకాశవేగము శబ్దవేగమువలెనే, నీక్రిందివిధమున కనుగొనబడినది. కొన్నిమైళ్ల దూరమున నొక తుపాకి కాల్చిన, దానిశబ్దము మనకు వినబడుటకు కొంతకాలము పట్టును. నియమితకాలమునకు తుపాకినికాల్చిన మనమాప్రదేశముననే యున్నంతపర్యంతము, నియమిత కాలములో మనకు దానిశబ్దము వినబడుచుండును. శబ్దవే గ మెట్లుకనునిగొనిరి? ఇప్పుడు తుపాకిని వెనుకటి నియమితకాలమునకే కాల్చుచు మనము తుపాకివైపు ముందుకు నడచిన, దానిశబ్దము వెనుకటికంటె త్వరగా వినిపించును. దానినుండి దూరముగాబోయిన, అంతకంతకు నాలస్యముగా వినిపించును. దీనికికారణము, మొదటిదానియందు, శబ్దము ప్రయాణము జేయవలసిన దూరము తగ్గుచుండును. రెండవదానియందు దూరము హెచ్చుచుండును. గనుకనే కాలముగూడ తగ్గుట హెచ్చుట గలుగును, ఈ యుదాహరణము మనస్సులో బెట్టుకొనుము.



24 వ పటము.

సూ = సూర్యుడు. | బు = బుధుడు.
భూ = భూమి. | ఉ, గ. = గ్రహము.

ప్రకాశవేగమెట్లుకనుగొనిరి?

భూమి సూర్యునిచుట్టు తిరుగుచున్నది. భూమి సూర్యున కొక గ్రహము. బుధుడుగూడ సూర్యునిచుట్టు తిరుగునొకగ్రహము. బుధగ్రహ

మునకుగూడ కొన్నియుపగ్రహములు గలవు. అందులోనొక ఉపగ్రహము బుధునిచుట్టు తిరుగుటకు రమారమి రెండురోజులుపట్టును.

భూమి 'ఆ' యొద్దనున్నప్పుడు, బుధుని యుపగ్రహము ఒకమారు తిరుగుటకు రమారమి రెండురోజులుపట్టును. భూమి ఎప్పుడును అచ్చటనే యుండకసూర్యునిచుట్టు తిరుగుచుండునుగదా. అట్లుతిరుగుటలో దినదినమునకు దూరము హెచ్చగుచుండును; 4, 5 దినములలో నేమియు భేదము గానరాకపోయినను, 3, 4 నెలల తరువాత తిరిగి ఉపగ్రహముయొక్క గోచారకాలముచూచిన, కొన్నినిమిషముల భేదము కనబడును. అట్టి భేదము భూమి, 'అ' వరకు వచ్చువరకు దినదినాభివృద్ధి బొందుచుండును.

తరువాత 2, 3 నెలలకు తిరిగిచూచిన, 'అ' వద్ద పట్టినకాలముకంటె కొన్నినిమిషములు తగ్గినట్లు కనబడును. దీనికికారణము, భూమి, బుధునకు క్రమక్రమముగా సమీపములోనికి వచ్చుటయే. తిరిగి, 'ఆ' వద్దకు వచ్చినప్పుడు వెనుకపట్టిన రెండుదినములే పట్టును.

పైయుదాహరణముతో దీనిని పోల్చిచూడుము. భూమి 'ఆ' నుండి బయలువెడలిన తర్వాత కాలముహెచ్చుటకు కారణము, ఉపగ్రహమునుండి వచ్చుప్రకాశము పోవలసినమార్గము యొక్కదూర మధికమగుటయే. 'అ' తర్వాతతగ్గుట దూరము తగ్గుటవలననే ఇప్పుడు "అ. ఆ" ప్రదేశములకు గల భేదమును తెలిసికొనిన. ఆ భేదము రెండుప్రదేశములకుగల దూరమును ప్రకాశము ప్రయాణము చేయుటయందు వినియోగపడి యుండవలెను. ఆ కాలభేదము 16½-నిమిషములని తెలిసికొనిరి. అ ఆ లకుగల దూరము 18కోట్ల 40లక్షలమైళ్లని మనకు దెలియును. కావున సెకనుకు ప్రకాశ మెన్నిమైళ్లు పోగలుగునో దెలియును. దీనినిబట్టి సెకనునకు లక్షయెనుబదియారువేల (18,6000) మైళ్లువెలుతురు నడుచునని నిశ్చయించిరి. ఈవిషయము మనకుఅవలోకన మార్గమున మాత్రమే దెలియుటచేనంతసరియైనదని చెప్పుటకు వీలులేదు. దానిని ప్రయోగమార్గమున సరిచూడవలెను.

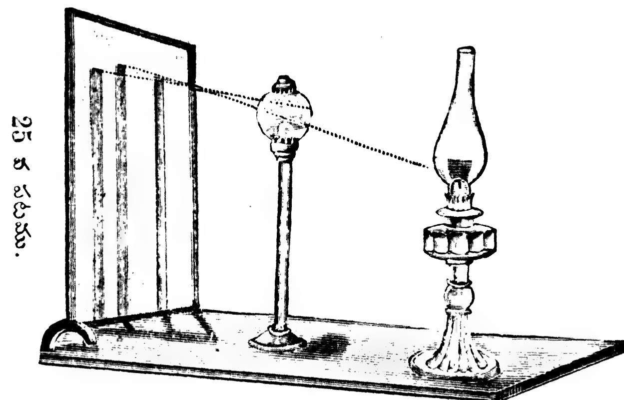
ప్రకాశతీక్ష్ణత.

మనముచూచు దీపములు, నక్షత్రములు మొదలైన వన్నియు నొకే తీక్షణమైన కాంతిని గలిగియుండుటలేదు. మనయింటిలోపెట్టు ఆముదపు దీపముకంటె కిరసనాయిలు దీపమెక్కువ కాంతిగానుండును. దాని కంటెను రైలుబండ్లలోపెట్టు దీపములు కాంతిగా నుండును. ఈవిధముగా కాంతి వేరువేరుగానుండును. ఈశాస్త్రమునందుపయోగించు ప్రతి "విషయము"నకు కొలతకలిగియుండుట యావశ్యకము; గనుక ప్రకాశ తీక్ష్ణమునుగూడ కొలవవలసియుండును. ప్రతిదానిని కొలచుటకు మాన మొకటి ముఖ్యము. ప్రకాశతీక్ష్ణమును కొలచుటకు సాధారణముగా మన ముపయోగించు మైనపువత్తియొక్క కాంతి మానముగా తీసికొన బడును. ఈ దీపపుకాంతి యెంతయని యడిగిన, కొన్ని మైనపువత్తుల కాంతికి సమానమైనదని చెప్పుదురు. సూర్యుని కాంతి అసంఖ్యకోట్ల మైనపువత్తుల కాంతికి సమానమైయుండునని చెప్పవచ్చును. అట్లే ప్రతి దాని కాంతిని, మైనపువత్తుల కాంతిలోనికి మార్చి చెప్పవచ్చును.

దీపమునుండి మనము దూరమునకు పోయినకొలది, దానికాంతి తగ్గుచున్నట్లు కనబడును. ఒకదీపమునకు 4 మైనపువత్తుల శక్తి మనయొద్ద నుండి అడుగు దూరముమీదనుండిన, రెండడుగుల దూరములో దానిశక్తి యెంతయుండును? 2 అడుగుల దూరములో దానికి 1 వత్తికున్నంత శక్తి మాత్రమే యుండును. 3 అడుగులలో దానికి మొదటి శక్తిలో 9వ వంతు ఉండును. 4 అడుగులలో 16-వ వంతు ఉండును. ఈవిధముగా వెలుతురుయొక్క తీక్ష్ణత దానినుండి దూరమునకు "విలోమవర్గము" (Inverse square)గా మారుచుండును.

ఈ విషయమును చిన్నప్రయోగమువలన నిర్ధారణ చేయవచ్చును. తెరదగ్గర 6 అంగుళములయొక చిన్నకర్రను పాతి, 1 అంగుళము దూరములో ఒకమైనపువత్తిని, 2 అడుగులదూరమున నాలుగింటినిగాని అంత

వెలుతురుగల పెద్ద దీపమునుగాని పెట్టి వెలిగింపుము. ఈ రెంటివల్లను, ఆ కర్రయొక్క రెండు ఛాయలు తెరమీదబడును. ఈ రెండుఛాయ



25 వ పటము.

లును, సమానమైన నలుపు గలిగియుండును. 3 అడుగులలో 9వత్తులు అదే ప్రకారముగా ఛాయను గలుగజేయును. కాబట్టి ప్రకాశతీక్షణము, దూరమునకు విలోమ వర్గసంబంధము గలిగియుండును. ప్రకాశ తీక్ష్ణత యెక్కువగా నున్నయెడల దానినడ్డగించినందున కల్గు 'ఛాయ'గూడ ఎక్కుడు నలుపుగానుండును. తక్కువకాంతిని అడ్డగించినందున కల్గు ఛాయ తక్కువ నలుపుగానుండునని యెరుగునది.

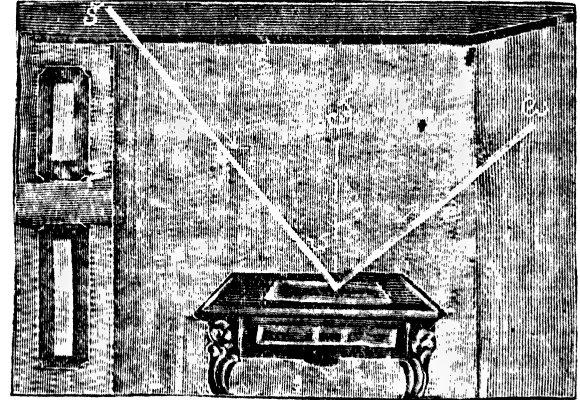
పదార్థములు మనకెట్లు కానవచ్చును.

పదార్థమునొద్దనుండి బయలుదేరిన కిరణములు మనకంటిలో ప్రవేశించి యందు నాపదార్థముయొక్క ప్రతిబింబమును కల్పించినందున మనకా పదార్థము కానవచ్చును. పదార్థములు రెండువిధములు: స్వతః ప్రకాశములు, పరతఃప్రకాశములు. సూర్యుడు, దీపము, మెరుపు, మెరుగుడు పురుగు మొదలయినవి స్వతఃప్రకాశములు, అనగా నితరుల సహాయములేక స్వయముగా వెలుగునవి. అట్లుకానివి పరతఃప్రకాశములు. అనగా నితరపదార్థములవలన వెలుతురు వచ్చినగాని యవి ప్రకాశింపవు.

చంద్రుడు, మనభూగోళము, కొండ, కుర్చీ, మనుష్యుడు మొదలయిన యసంఖ్య పదార్థములు పరతఃప్రకాశములు. స్వతఃప్రకాశ పదార్థముల కిరణములు మనకంటిలో జొరబడి యా పదార్థముయొక్క ప్రతిబింబమును పుట్టించుటవలన మనకాపదార్థము కానవచ్చుట సహజమే, కాని పరతఃప్రకాశపదార్థములకు కిరణములు లేవుగదా? అవి మనకెట్లు కానవచ్చును? స్వతఃప్రకాశ పదార్థముల కిరణములు పరతఃప్రకాశ పదార్థములపైబడును. అవియచ్చటినుండి 'పరావర్తనము' పొంది అనగా నెదురుతిరిగి మనకనులవరకువచ్చి యందు ప్రవేశించును. అందుచే నా పరతః ప్రకాశపదార్థములు మనకు గానవచ్చును. దీపము లేనప్పుడు కానరాని కుర్చీ దీపముపెట్టగానే కానవచ్చుచున్నది. దీపములేనప్పుడు కుర్చీయొద్దనుండి మనకండ్లవరకు కిరణములు వచ్చుటలేదు. ఎందుకనగా కుర్చీస్వతఃప్రకాశము కాదు. కావునదానికి కిరణములు లేవు. దీపము ముట్టించినతోడనే దీపపుకిరణములు కుర్చీమీద పడును. అట్లుపడిన కిరణములు అచ్చటినుండి యెదురుతిరిగి బయలుదేరి మనకంటిలోకి వచ్చుచున్నవి. కావున కుర్చీ మనకు గానవచ్చును. కుర్చీకి మనకు నడుమ చేయిగాని మరియొక వస్తువుగాని పెట్టినయెడల నది మనకేలకానరాదు? కుర్చీయొద్దనుండి వచ్చు కిరణములను మనము నడ్డగించితిమి. కావున నవి మనకంటివరకు రాలేదు. ఇట్లే సూర్యుని కిరణములు చంద్రునిమీద పడును. అవి యచ్చటినుండి 'పరావర్తనము' చెంది మన భూగోళముమీదికివచ్చును. కావున చంద్రునికి స్వతఃప్రకాశములేక పోయినను మనమాతనిని చూచుచున్నారము. సూర్యుని కిరణములు చంద్రునిమీద పడి, యచ్చటినుండి యవితిరిగి భూమిమీదికి వచ్చినందున చంద్రుడు సూర్యునివలె ప్రచండుడుగాక సౌమ్యుడుగను, ఆహ్లాదజనకుడుగను కానవచ్చుచున్నాడు. ఇట్లు కిరణముల పరావర్తనము పదార్థములను మనము చూచుటకు నొకముఖ్య సాధనమైయున్నది. కావున దానినిగురించి మనము కొంచెము వివరముగా నేర్చుకొందము.

ప్రకాశకిరణముల పరావర్తనము.

'పరావర్తన'మనగా మరలుట. సూర్యుని యొద్దనుండి వచ్చిన కిరణము గిన్నెపైబడును. అచ్చటినుండి యది మరలి యింకొక వైపునకు బోవును. కిరణములెట్లు పరావర్తనమును చెందునో చూడవలయునన్న ఈ క్రిందిప్రయోగము చేయుము. గదియొక్క పైభాగమందు చిన్నచిల్లి యున్న యెడల అందుండి సూర్యకిరణములు గదిలో ప్రవేశించును. అందు రజోకణములుండుటచే నా కిరణములమార్గము చూరు మొదలు భూమివరకు మనము బాగుగ చూచుచున్నారము. అట్టిగది తలుపులన్నియు మూసి చీకటిచేసిన ఈ కిరణములు మరింతచక్కగ గానవచ్చును. ఇట్టి గదిలో నొకబల్ల యెత్తుగబెట్టి దానిమీద నొక యద్దముపెట్టి, యా యద్దముమీద సూర్యకిరణములు పడునట్లు అమర్చుము. సూర్యకిరణములు అద్దముమీద పడినతోడనే యవిమరలి పైకిలేచి చూరువంకకు బోవుట మనకు స్పష్టముగా కానవచ్చును.



26వ పటము.

26వ పటము చూడుము. ఇదియే కిరణపరావర్తనము. ఇచ్చట'క' అను చిల్లిలోనుండి వచ్చిన కిరణము అద్దముమీద 'చ' అను స్థలమున

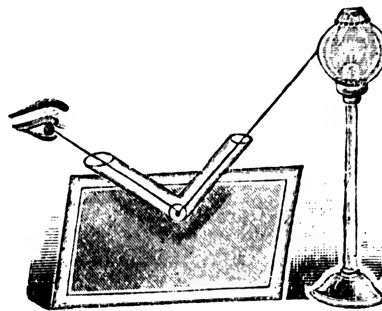
పడి, అచ్చటినుండి పరావర్తనముచెంది అనగా మరలి ‘చట’ మార్గమున చూరువరకు బోయెను. మొదట ‘క’ చిల్లిలోనుండి వచ్చి ‘చ’ అను చోట పడ్డ ‘కచ’ కిరణమునకు పతనకిరణము (Incident ray) అని పేరు. అదిమరలి ‘చట’ మార్గమున పోయిన కిరణమునకు ‘పరావృత్త కిరణము’ (Reflected ray) అనిపేరు.

ఇక నీ‘పతనకిరణము’ నకును పరావృత్త కిరణమునకును గల సంబంధము కనుగొందము. ‘కచ’ అను స్థలమున అద్దమునకు లంబరేఖగా ‘చత’ అను కర్రను చేతితో నిలువపెట్టుము. ఇప్పుడు రెండు కోణము లేర్పడుచున్నవి. ∠‘కచత’ ∠టచత. ఈ రెండు కోణములు సమానముగా నుండును. ∠‘కచత’ ను ‘పతనకిరణకోణము’ అని యెదము. ‘టచత’ కోణమును ‘పరావృత్తకిరణకోణము’ అందుము. కాబట్టి పరావర్తనమును గురించి యీ క్రింది నియమములను మనము జ్ఞప్తికి ఉంచుకొనవలెను.

(1) పతనకిరణ కోణమును, పరావృత్త కిరణకోణమును సమానముగానుండును. అనగా పతనపరావృత్త కిరణములు రెండును లంబముతో సమానమైన కోణములను చేయును.

(2) ఈరెండు కిరణములును లంబమును సమతలము (same plane). నందుండును. అనగా నొకటి, యెత్తు ప్రదేశమునను, మరియొకటి తగ్గుప్రదేశమునను ఎన్నడును ఉండవు.

ఈనియమములను మనము ప్రయోగముద్వారా దృఢపరుచుకొనియెదము. 27వ పటము చూడుము. ఒక యద్దమును భూమిమీద పెట్టుము. రెండు సన్నగొట్టములను సంపాదింపుము. వానిని అద్దముమీద ప్రక్క పటములో చూపినట్లు పెట్టుము. ఈ రెండు గొట్టములనడుమ తెర అద్దమునకు లంబముగా నుంచుము. ఒక గొట్టము చివర దీపము పెట్టుము. నడుమ తెరయున్నందున రెండవవైపుననున్నవారికి ఈ దీపముగాని దాని కిరణముగాని కనపడదు. కాని రెండవవైపుననున్న గొట్టములోనుండి చూడుము.


27 వ పటము.

వెలుతురు కనబడని యెడల నాగొట్టమును కొంచెము క్రిందికి మీదికి జరిపి యేవిధముగా పెట్టిన దీపము యొక్క వెలుతురు ఆగొట్టములో కనబడునో చూడుము. అట్టి స్థలమును నిశ్చయపరుచుకొని చూచిన, మొదటిగొట్టము, రెండవగొట్టము, లంబముగానున్న తెరతో సమానకోణములను చేయుచున్నవని కనపడగలదు. ఇక మొదటిగొట్టమును దాని వెంట దీపమును కొంచెము క్రిందికి వంచుము. అప్పుడు దీపమువెలుతురు రెండవ గొట్టములోనుండి కనపడుటకు దానినికూడ కొంచెము క్రిందికి వంచవలెను. మొదటిగొట్టమును మీదికెత్తిన రెండవదానినిగూడ వెలుతురు కనబడుటకు ఎత్తవలసివచ్చును.

ఇట్లు ఎన్నివిధముల చూచినను రెండుగొట్టములును లంబముతో సమానమైన కోణములు చేయునప్పుడే దీపపుకిరణములు అనగా దానివెలుతురు రెండవగొట్టములోనుండి చూచువారికి గానవచ్చును. దీపపుకిరణములు మొదటి గొట్టములోనుండి అద్దముమీదపడి అచ్చట పరావర్తనముచెంది రెండవ గొట్టములోనుండి మనకు గానవచ్చునని చదువరులిదివరకే యూహించియుందురు. కావున మొదటిగొట్టము పతన కిరణము. రెండవ గొట్టము ‘పరావృత్త కిరణము’.

అన్నికిరణములు పరావర్తనము చెందునా?

పదార్థముమీదఁబడు కిరణములన్నియు పరావర్తనము చెందునాయని చదువరులడుగవచ్చును. పదార్థముమీదపడు కిరణములన్నియు పరావర్తనమును చెందవు. కొన్నిమాత్రము చెందును. ప్రతిపదార్థము మీద

బడు కిరణములు మూడువిధములుగా పరిణమించును. కొన్ని యిటునుండి పదార్థములో ప్రవేశించి యటునుండి వెడలిపోవును. దీనిని మనము 'నిష్క్రమణ' మనియెదము. కొన్ని పదార్థముమీదపడి మరలి 'పరావర్తన' ముఁజెందును. కొన్ని కిరణములు ఆ పదార్థములో లయమగును. అనగా నాపదార్థముచే మ్రింగివేయబడును. దీనికి 'నిగ్రహణము' అనిపేరు. ఏ పదార్థమునందు యెక్కువ కిరణములు 'నిష్క్రమణము' చెందునో యట్టివి 'పారదర్శకములు'. గాజు, నీరు, అభ్రకము ఇత్యాదులిట్టివి. ఇందుండి చూచిన నావలిపదార్థము లగపడును.

పారదర్శక పదార్థములలో కిరణనిష్క్రమణశక్తి యెక్కుడున్నను నిగ్రహణ పరావర్తనశక్తి కూడ కొంత వరకుగలదు. ఒక పాదరసము పూయని యద్దమును ఎండలోనుంచుము. దానిమీదబడిన పెక్కుకిరణములు నిష్క్రమణము చెందుచున్నందున నావలివస్తువులు మనకు గానవచ్చును. కొన్ని కిరణములు పరావర్తనము చెంగు చన్నందున వందు కనపడి కనపడనట్టి యొక ప్రతిబింబము కానవచ్చును. అద్దము మనకు కానుపించుటయు కిరణపరావర్తనము వలననే. ఇకకొన్ని కిరణములు అద్దములో 'నిగ్రహణము' చెంది యద్దమును వెచ్చచేయును. అనగా 'నిగ్రహత' జెందిన కిరణములు 'ఉష్ణత'గా మారును. ఇక అపారదర్శక పదార్థములను గురించి విచారింతము. అపారదర్శకముల మీద బడ్డ కిరణములు 'నిష్క్రమణము' చెందవు. కావున వానికి 'నిగ్రహణము' 'పరావర్తనము' అను రెండు మార్గములుమాత్రము కలవు. అపారదర్శక పదార్థములలో కొన్ని తమపైబడిన కిరణములనన్నిటిని 'నిగ్రహణమే' చేయును. ఒక దానిని కూడ 'పరావర్తనము' చేయవు.

కిరణపరావర్తన విధములు.

ఏ యపారదర్శక వస్తువులందు కిరణపరావర్తనశక్తి యెక్కుడుగానుండునో వానిలో ప్రతిబింబము కానవచ్చును. ఉదా. వెనక పాదరసము

పూయబడిన చూపుటద్దము. దీనినేముందు 'దర్పణము' అని వాడెదము. పదార్థముల మీది నునుపు హెచ్చిన కొలదిని దాని కిరణపరావర్తన శక్తి హెచ్చును. ఇత్తడి, కంచు, బంగారము మొదలయిన లోహములకు మెరుగుపెట్టిన కొలదిని వాని కిరణపరావర్తన శక్తి హెచ్చి ప్రతిబింబము వానిలో చక్కగా గానవచ్చును.

పదార్థములమీదబడు కిరణములలో నేవి పరావర్తనము చెందునో యవియైనను నియమితముగా (Regularly) పరావర్తనము చెందవు. ఏలయన పదార్థముల పైభాగము పూర్తిగా నునుపుగానుండదు. నునుపుగానుండు పదార్థమునుండి కిరణములు కొంతవరకు నియమితముగానే పరావర్తనమును చెందును. గరుకుగానుండు పదార్థములనుండి కిరణములు అనియమితముగా పరావర్తనమును చెందును. నియమితానియమిత పరావర్తనములకు గల భేదమేమనగా. ఒకానొక వస్తువునొద్దనుండి వచ్చిన కిరణములు ఒక పదార్థము మీదబడి నియమితపరావర్తనము చెందినయెడల నా వస్తువుయొక్క ప్రతిబింబము పరావర్తక పదార్థములో గాన వచ్చును. (ఉదాహరణ. అద్దము) అనియమితపరావృత్త కిరణములవలన పరావర్తక పదార్థముయొక్క స్పష్టమైన స్వరూపము మనకుగానవచ్చునేగాని యందు వెలుతురునిచ్చు వస్తువుయొక్క ప్రతిబింబము గానరాదు. చూపుటద్దము పూర్తిగా నున్ననిదిగా నున్నయెడల మనకద్దము కానరాదు; లోని ప్రతిబింబము మాత్రము కానవచ్చును. మనము మిక్కిలి నున్ననివి యనుకొను అద్దములు నిజముగా గరుకువి. కావుననే అద్దములు మనకు కానవచ్చుచున్నవి. ఈయద్దముల గరుకుతనము కొన్నిసాధనములవలన కానవచ్చును.

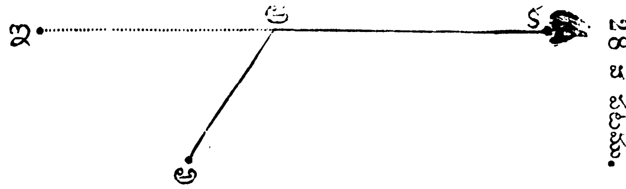
ఇట్లు పూర్తిగా నునుపుపదార్థములు సృష్టిలోకొద్ది. కావున నెక్కుడు పదార్థములనుండి వెడలు కిరణములు అనియమితముగా పరావర్తనము చెందును. ఇట్లు అనియామిత పరావర్తనము చెందుటవలన పదార్థముయొక్క ప్రతిసూక్ష్మభాగమునుండియు నన్నిదిశల కిరణములు వ్యాపించును. పదార్థములయందిట్టి యనియమిత పరావర్తన గుణమున్నది. గనుకనే మనకు

వానియాకార సౌందర్యములను గురించిన జ్ఞానము కలుగుచున్నది. అట్లుగాక ప్రతిపదార్థమునందును నియమితపరావర్తనగుణమే యుండినయెడల నేపదార్థములో జూచినను సూర్యుని ప్రతిబింబమే కనబడుచు, మనకు విసుగుపుట్టించి, పగటికంటె రాత్రియే మేలుగదా యని ప్రాణికోటికి తోచునట్లు చేసియుండును.

ప్రతిబింబమెట్లుకాన వచ్చును.

కిరణపరావర్తనమువలన చూపుటద్దములలో ప్రతిబింబము లెట్లు కానవచ్చునో మనము చక్కగ నేర్చుకొనవలయును. ఈ విషయమును చక్కగ నభ్యసించుటకుపూర్వము మనము ఈక్రిందిసంగతులను గట్టిగజ్ఞప్తి యుంచుకొనవలయును.

లోతుగా నీరులేని చెరువును ఎండవేళ జూచిన నీళ్లక్రింది భూమి కొంచెము మీదికి లేచినట్లు కనపడును. అనగా నిచ్చట కిరణములు నీటినుండి గాలిలోనికి వచ్చుచున్నవి. మనముగాలిలోనుండి నీటిలోనికి దృష్టి సారించుచున్నారము. నీటినుండి గాలిలోనికి వచ్చునప్పుడు కిరణములు మార్గమును మార్చుకొనును. ఇట్లు మార్చుకొని గాలిలోనికివచ్చి ఋజుపంక్తిగాబోయి కంటిలో జొచ్చును. ఎప్పుడు ఏ వస్తువునైనను, మన కంటిలో జొచ్చు కిరణమార్గముననే జూతుముగాని అది నిజముగానున్న చోటచూడము. క్రిందిపటమువలన నదిబాగుగ తెలియగలదు.



౨౮ వ పటము.

'అ' అను వస్తువునుండి 'అఉ' అనుకిరణము బయలుదేరి 'ఉ' అను స్థలమునొద్ద మార్గభేదముకలిగి 'ఉక' మార్గముగా బోయి కంటిలో

జొచ్చిన, మనము 'అ' అను వస్తువును క ఉ యొక్క మార్గములో (చుక్కలవలన చూపబడినట్లు) జూతుము. గనుకనే నీటిలోనున్న చేపను పట్టుకొనుటకు, అదిమనకు కనపడుచున్నచోట చేయిపెట్టిన దొరకదు. ఆచుట్టుప్రక్కల కొంతదూరములో నుండును. ఈవిషయము బెస్తవాండ్రకును, చేపలనుపట్టు పక్షులకును బాగుగ దెలిసియుండును. మనము ప్రతివస్తువును ప్రకాశ ప్రతిఫలనమువలననే జూచుచున్నాము. ఈ ప్రకాశ ప్రతిఫలనమును గూర్చి తెలిసికొనుటకు ముఖ్యమైన కొన్ని వస్తువులను మాత్రమే తీసికొని, వానిమీద ప్రతిఫలన మెట్లు కలుగునో విచారించి చూతము.

అట్టివి (1) సమతలదర్పణము.

(2) వక్రదర్పణము—ఇది ద్వివిధము.

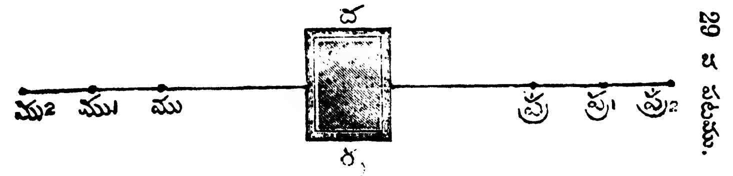
(i) పుటాకారదర్పణము.

(ii) కుంభాకారదర్పణము.

సమతలదర్పణము మీది కిరణపరావర్తనము.

ఒక చూపుటద్దమును జాగ్రతపెట్టుము. దానితో నీక్రింది ప్రయోగములను జేయుము.

దానిని నీముఖమున కెదురుగా బెట్టి చూచుకొనుము.



౨౯ వ పటము.

ము=ముఖము.

దర్ప=దర్పణము=అద్దము.

ప్ర=ప్రతిబింబము.

నీప్రతిబింబమును అద్దములోచూతువు. నీముక్కును నీముక్కుప్రతిబింబమును సరిగా చూచిన, ఆ రెండును ఒకే పంక్తిలో నుండును. ఆపంక్తి అద్దమునకు ‘లంబము’ (normal) గా నుండును. లంబము అనగా ఆపంక్తియు,అద్దమును కలియుచోట నాలుగు సమకోణము లగును. సమకోణములు జేయుచు అఆ, ఇఈ కలసిన ఒక దాని కొకటి లంబ మనబడును. (30 వ పటముచూడుము).

30 వ పటము.

నీముఖమును (ము, $ము_1$, $ము_2$,) అనేకస్థలములయందు పెట్టి అద్దము సరిగానేయుంచి చూడుము. అన్నిటియందును ముఖమును ప్రతిబింబమును ఒకపంక్తిలోనేయుండి, ఆపంక్తి అద్దమునకు లంబముగానుండును.

దీనినిబట్టి అద్దముమీదపడు కిరణములు లంబకిరణములనియు, వాని వలన కలుగు ప్రతిబింబమును వస్తువును ఒకే పంక్తిలో నుండుననియు దెలియును. కాబట్టి లంబకిరణమునకు మార్గభేదము కలుగక, లంబ మార్గములోనే ప్రతిఫలింపబడును. అట్టి కిరణములచే గల్గు ప్రతిబింబము ఆమార్గములోనే అనగా లంబమార్గములోనే యుండును.

లంబకిరణమునకు మార్గభేదము కలుగదు.

అద్దమును ముఖమున కెదురుగ పెట్టుకొనక, ప్రక్కగా పెట్టి చూడుము.

నీముఖము నీకు కానబడదు. పరిశీలించి చూడుము. ప్రక్కనున్న యితర వస్తువులు అద్దములోనున్నట్టు నీకు కనబడును. ఆవస్తువుల ఎదుట అద్దము లేదు. అవి ఎట్టుకనబడుచున్నవి? వానినుండి మనకంటిలోనికెట్లు కిరణములు వచ్చుచున్నవి? ఆవస్తువులనుండి కిరణములు అద్దము మీద బడి పరావర్తనముచెంది నీకంటిలో జొచ్చిన, ఆకిరణ మార్గమున ఆవస్తువు

లను చూచుచున్నావు. ఆవస్తువులు ఉన్నచోట కనపడుటలేదు. వాని ప్రతి బింబమును అద్దములో చూచుచున్నావు. కిరణములు అద్దములో కనపడు ప్రతిబింబమునుండి వచ్చుచున్నట్లు కనబడును. ఆకిరణములు లంబకిరణములుగావు. లంబేతర కిరణములులేక వంపుగా బడు కిరణములు(oblique). వీని పరావర్తనమును గ్రహించుటకు ఒక ప్రయోగము చేయుము. 31వ పటముచూడుము.

ప్రయో:—ఒక బల్లమీద రెండు గజముల దూరమున రెండు సున్నపు చుక్కలను పెట్టుము ($చ_1$, $చ_2$). చిన్న అద్దమును దీసికొని ఆయద్దమును ఎక్కడబెట్టిన, ఒక చుక్కవద్దనుండి చూచిన రెండవ చుక్క కనబడునో ప్రయత్నముజేసి చూడుము. ఒక చుక్కనుండి జూచుచు, రెండవ చుక్క కనపడగానే అద్దమును అక్కడ నిలిపివేయుము.

ఆ చుక్కలనుండి, భూమిని తగిలియుండు అద్దపు అంచుయొక్క మధ్యకు, గీతలుగీయుము. ఈ రెండును కలియు చోటినుండి అద్దమునకు ఒక లంబముద్రాయుము.

లంబ = లంబరేఖ
చ = చుక్క
దర్ప = అద్దము

31 వ పటము.

దర్పణమును కొంత ముందుకు జరిపి తిరిగి అట్లే చేయుము. అన్నిచోట్లను, ఆరెండుగీతలును లంబముతో జేయుకోణములు (‘$చ_1$బలం’‘$చ_2$బలం’) సమానములు. ఒకచుక్క బల్లమీద 1 అంగుళము ఎత్తుగానుంచి, రెండవ చుక్కవద్దనుంచి చూచుటకు ప్రయత్నింపుము. ఎంత చూచినను కనపడదు. రెండవచుక్కకూడ అంతే ఎత్తుననుండిన కనపడును. హెచ్చు తగ్గైన కనపడదు.

"$చ^1$ బ" మొదట అద్దముమీద పడుటచే అది "పతన కిరణము" "బ $చ_2$" "పరావృత్త కిరణము."

"$చ_1$ బలం" పతన కిరణము లంబముతో చేయు కోణము.

"$చ_2$ బలం" పరావృత్త కిరణము చేయు కోణము.

చూపుటద్దమునందలి ప్రతిబింబము:—

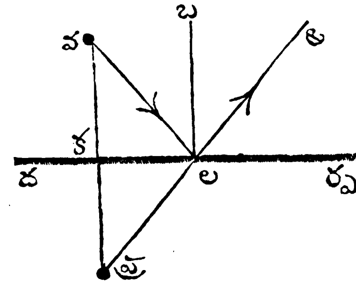
1. దర్పణము ఎదుట ఏవస్తువు పెట్టినను దాని ప్రతిబింబము దానిలో కనపడును. మన ప్రతిబింబము మనవైపు తిరిగియుండును. మన కుడిభాగము వైపున, మన ప్రతిబింబము యొక్క ఎడమభాగ ముండును. మన ఎడమవైపున దాని కుడిభాగ ముండును.

2. మనము అద్దమునకు ఎంత దూరమున నున్న, అద్దములో ప్రతిబింబము అంతే దూరమున నుండును. మనము ముందుకు నడచిన అదియు ముందుకు నడచినట్లుండును. వెనుకకు నడచిన వెనుకకు నడచును.

3. చూపుటద్దమువలన కలుగు ప్రతిబింబమును తెరమీదచూపుటకు వీలులేదు. ఆ ప్రతిబింబము మనకు కనపడుట తప్ప నిజముగా అద్దములో నేమియు లేదు. అందులో నేమైన నున్నదను కొనుట భ్రమ లేక మిథ్య.

వస్తువును దాని ప్రతిబింబమును అద్దమునుండి సమాన దూరములో నుండునని యీ క్రిందజెప్పిన ప్రకారము చూపవచ్చును.

వ = వస్తువు, 'వ ల' పతన కిరణము; 'ల ఆ' పరావృత్త కిరణము; 'వ క' లంబ కిరణము.



32 వ పటము.

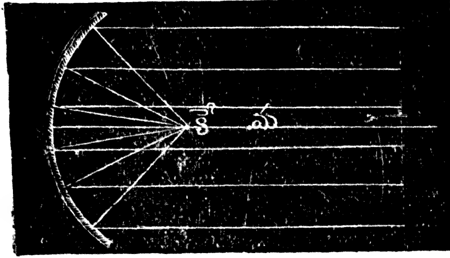
ప్రతిబింబము, 'వక,' 'ఆల' యొక్క మార్గములో కనపడును. ఈ రెండును కలియుచోటు 'ప్ర.' కాబట్టి ప్రతి బింబము 'ప్ర' వద్ద కనపడును.

పటములో 'వక' 'కప్ర' సమానము. అనగా 'వ,' 'ప్ర' దర్పణమునకు సమాన దూరములోనున్నవి.

(2) వక్ర దర్పణములమీద పరావర్తనము;—

కుండను లోపలనుండి చూచిన, దాని ప్రక్కలు, పుటమువలె నుండును. ఇట్టి ఆకారముగల దర్పణములు, గోడ దీపములలోను, బండి దీపములలోను, త్రొక్కుడుబండి దీపములలోనుఉండుట మన మెరుగుదుము. ఇట్టివి, దీపముల వెనుకనుండి, దీప కిరణములను బాగుగ ప్రతిఫలింపజేసి, దాని కాంతిని యెక్కువ జేయుచున్నట్లు కనపడును. అట్టి అద్దము దాని వెనుక లేకపోయిన, దీపపుకాంతి అంత యెక్కువగా నుండదు. దానిపని దీపకిరణములను అన్నివైపులకు చెదరిపోనియ్యక, తనమీదపడు కిరణముల నన్నిటిని, ఒకవైపుకు పరావర్తింప జేయుట. కనుకనే త్రొక్కుడు బండి దీపముకు ముందు పెద్దకాంతి కనపడును. ప్రక్కలను అంతగానుండదు. అట్టివి సాధారణముగా తళ తళ మెరయు లోహములో జేయబడును. వాని యాకారమునుబట్టి పుటాకార దర్పణములని వానికి పేరువచ్చినది. అవి ఎప్పుడును గోళముయొక్క భాగములై యుండును. గోళముయొక్క 'మధ్య' (Centre) వీనికిగూడ మధ్యగానుండును.

అట్టి దర్పణమును సంపాదించి సూర్యుని కెదురుగా బెట్టుము.

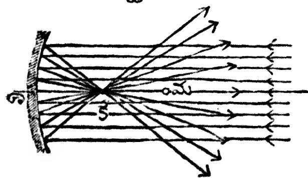


33 వ పటము.

సూర్య కిరణములన్నియు దానిమీద బడి అన్నియు ఒక స్థలమునకు పరావర్తింప బడును. అనగా అన్ని పరావృత్త కిరణములును ఒకచో కలియును. ఆస్థలము దాని కేంద్రము అన బడును. ఆ కిరణములన్నియు కేంద్రములో కలయుటచే, సూర్యుని ప్రతి బింబము, చిన్నదిగా అక్కడ కనపడు చున్నదియని తెలిసికొనవలయును. కాబట్టి పుటాకార దర్పణములయందు సూర్యునివలె చాలదూరముననున్న వస్తువుల యొక్క ప్రతిబింబము చిన్నదిగాను, కేంద్రము నొద్దను ఉండును.

పుటాకారదర్పణముల మీద పరావర్తనము వలన గలుగు బింబములు.

గుండ్రని పుటాకార దర్పణము నొకదానిని సంపాదించి సూర్యుని కెదురుగా బెట్టుము.



34 వ పటము

సూర్యకిరణము లన్నియు దాని మీద పడి పరావర్తనము జెంది అన్నియు నొకచో కలియును. అవన్నియు కలియు ప్రదేశము. "కేంద్రము" (Focus) అన బడును. ఇట్లే దానిమీద 'ముఖ్యాక్షము'తో సమానాంతరముగా పడు కిరణములన్నియు కేంద్రముగుండ ప్రతిఫలింపబడును. ఇట్టిదర్పణములన్నియు. వలయాకార పదార్థముల భాగములగుటచే, ప్రతిదానికిని నొకవలయ "మధ్యము" (మ) ఉండును.

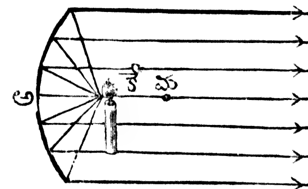
మధ్యమును. దర్పణముయొక్క మధ్య, (అ) ను కలుపు పంక్తి, దాని "ముఖ్యాక్షము" (Principal Axis) అనబడును.

'మధ్యము' నకును 'కేంద్రము'నకు గల దూరమును, 'కేంద్రము'నకును 'దర్పణమధ్యము'నకును గలదూరమును, సమానమని కొలిచి తెలిసికొనవచ్చును. కే అ = కేమ. కేంద్రమునకు దర్పణమునకు గల దూరము 'కేంద్రాంతరము' (Focal length). 'మధ్యము' లేక 'వక్రమధ్యము' నుండి పోవుకిరణములకు పరావర్తనము ఆమార్గములోనే జరుగును. కనుక నవి లంబకిరణములు. తక్కిన కిరణములకు పరావర్తన పద్ధతుల ప్రకారము ప్రతిఫలనము జరుగును.

ఇట్టిదర్పణముల వలన గలుగు బింబములు.

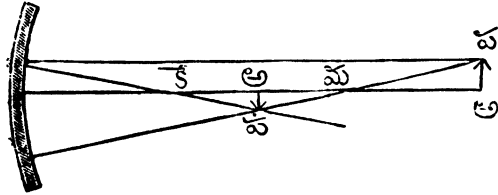
(1) పదార్థ మతిదూరముననున్నప్పుడు, దానిమీద బడు కిరణములన్నియు, 'ముఖ్యాక్షము'తో, సమానాంతరము లగుటంబట్టి పరావర్తనము చెంది కేంద్రముగుండ బోవును. కనుక మిక్కిలి దూరమున నున్నవస్తువు యొక్క బింబము కేంద్రములోనుండును.

(2) కేంద్రములో పదార్థముండిన దానిబింబము, మిక్కిలి దూరమున నుండును. అద్దమంతయు వెల్తురుతో నిండినట్లు కనబడును. దీనికి కారణము పరావర్తనము చెందు కిరణము లన్నియు దాని ముఖ్యాక్షముతో సమానాంతరములుగా బోవును. దాని కేంద్రమువద్ద చిన్న దీపమును బెట్టి, కొంచెము దూరములో తెరను పెట్టిన, తెరమీద అద్దమంత మేర. వెల్తురుగనుండును; తెరనుయెటుకదిపినను, వెల్తురుగల భాగమంతేయుండును. దీనినిబట్టి పరావృత్తకిరణములన్నియు సమాంతరములు(parallel) గాబోవునని దెలియును.



35 వ పటము.

(3) పదార్థము దర్పణముయొక్క మధ్యమునకు కావల, కొంతదూరములోనున్న యెడల బింబముండుస్థల మీక్రిందివిధమున కనుగొనవచ్చును.



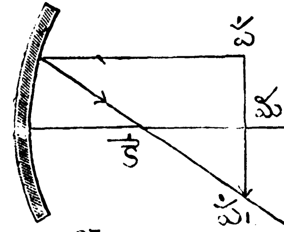
ప అ=పదార్థము.
ప అ=పదార్థము యొక్కబింబము.

36 వ పటము.

పదార్థము యొక్క కొన (ప) నుండి, ముఖ్యాక్షమునకు సమానాంతరముగా (Parallel) నొకకిరణము గీయుము; అది, అద్దము మీద పరావర్తనముజెంది కేంద్రముగుండ బోవును. (ప) నుండి, (మ)మధ్యముగుండ మరియొక కిరణము వ్రాసిన నది లంబ కిరణముగాన, మార్గ భేదము జెందక తిన్నగాబోవును; కాబట్టి ఈరెండు కిరణములును కలియు ప్రదేశమునందు 'ప'అను ప్రదేశము యొక్క బింబము ఉండును. ఇట్లే పదార్థముయొక్క ప్రతిప్రదేశమునకు బింబమును కనుగొనిన 36 వ పటములో కుడివైపున నున్న 'ప అ' అను పదార్థమునకు ఎడమ వైపునను తల క్రిందుగను ఉన్న చిన్న 'ప అ' బింబము.

ఈబింబము, చిన్నదిగా తలక్రిందుగా, 'కేంద్రము'నకు 'మధ్యము'నకు మధ్యగా నున్నదని చదువరులు గమనింపవలెను. పదార్థము 'మధ్యము'ను సమీపించిన కొలది, దాని బింబము, 'కేంద్రము' నుండి మధ్యము'ను సమీపించు చుండును.

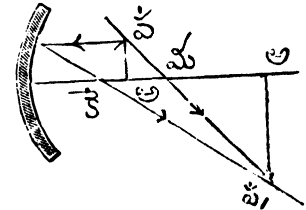
(4) పదార్థము 'మధ్యము'నొద్ద నుండిన.



37 వ పటము.

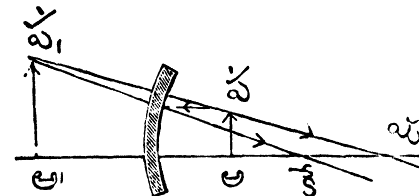
పై చెప్పినరీతిగా సమానాంతర కిరణమును, లంబకిరణమును రెండు కిరణములు వ్రాసిన, నవి ప వద్ద కలియును. ఈ బింబము, సమానమైన పొడవు గలిగి తల క్రిందుగా మధ్యము వద్దనే యున్నది. కాబట్టి యిచ్చట పదార్థమున్న చోటనే బింబము గూడనుండును.

(5) పదార్థము 'కేంద్రము' 'మధ్యము'లకు మధ్యనుండిన; మధ్యమున కావల, తల క్రిందుగా, పదార్థముకంటె పెద్ద పరిమాణముగల బింబముండును. ఈ బింబముల నన్నిటిని తెరమీద వేయవచ్చును: గాన నివి నిజమైన బింబములు.



38 వ పటము.

(6) కేంద్రమునకును దర్పణమునకును మధ్యనుండిన, 'ప' నుండి బయలు వెడలు కిరణములు వెనుకటివలె దర్పణముయొక్క ముందు కలియక, దాని వెనుక 'ప' వద్ద కలియును. గనుక, పెద్ద బింబము అద్దమునకావల కనబడును. ఈ బింబము, చూపుటద్దము నందలి బింబమువలెనే నిజమైనది గాక 'మిథ్యాబింబము.' అట్టి అద్దమును ముఖమునకు దగ్గిరగా బెట్టిచూచిన వికృతమైన పెద్ద బింబము కనబడును.



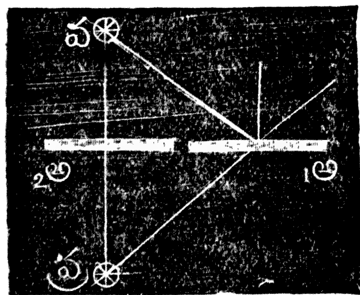
39 వ పటము.

వికృత బింబములు.

అట్టి అద్దములో మనముఖమును చూచుకొనిన, ఒకప్పుడు వికృతాకారములు కనబడును. ఒకప్పుడు తలక్రిందుగా కనబడును. తెల్లని కంచు చెంబు మన ముఖము ముందు పెట్టుకొనిన దానియందు మన బింబము కనపడును. అది ఒకచోట సన్నగా, పొడవుగాను, మరియొకచోట పొట్టిగాను వెడల్పుగాను, అనేక యాకారములుగా కనపడును. సమతలదర్పణమువలె సరియైన బింబమును కనపర్చవు.

సమతలదర్పణముతో మరికొన్ని ప్రయోగములు.

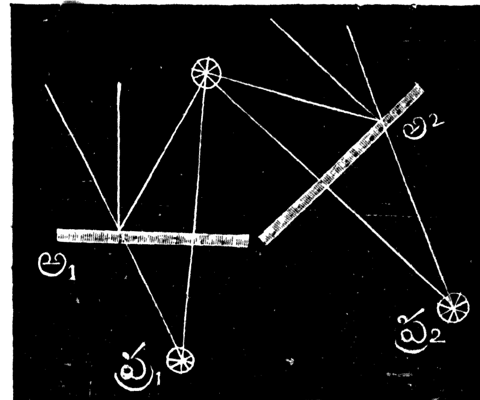
(1) దళసరైన చూపుటద్దమును సంపాదించి దానిలో ముఖము చూచుకొనుము. జాగ్రతగా పరిశీలించి చూచిన రెండు బింబములు కానవచ్చును. అవి ఒకదాని వెనుక నొకటియుండును. అందు వెనుకది ముందు దానికంటె ఎక్కువ స్ఫుటముగానుండును అవి రెండును అద్దము యొక్క రెండు ఉపరిభాగములవలన కలుగుచున్నవి. అద్దము వెనుక కళాయి యుండుటచే, దానివలన కలిగిన బింబము ఎక్కువ స్ఫుటముగా నుండును.



40 వ పటము

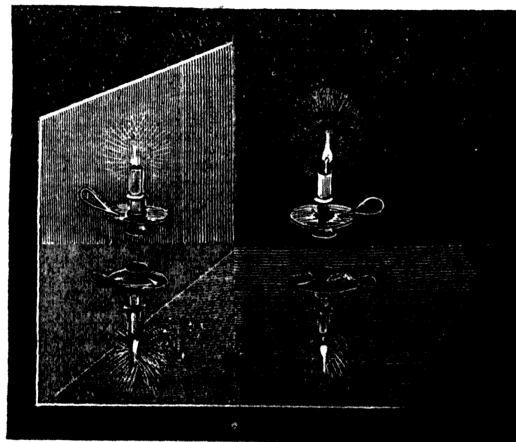
(2) రెండు చూపుటద్దములను సరిగా ఒకపంక్తిలో పెట్టి, వాని ముందు ఏదైన వస్తువును పెట్టిన రెండు అద్దముల యందును ఒక బింబము మాత్రము కనబడును అనగా రెండు అద్దములు ఒకే అద్దమువలె నుండును.

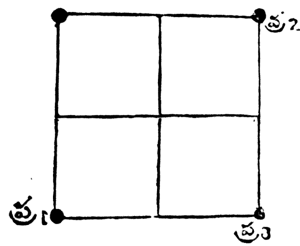
(3) రెండు అద్దములను ఒక పంక్తిలో పెట్టక కొంచెము వంపుగా పెట్టుము.



41 వ పటము.

రెండు బింబములు కనబడును. (4) రెండు అద్దములను సమకోణముగా (at right angles) పెట్టుము. ఒక అద్దములో మరియొకటి ప్రతిబింబించును. కావట్టి బింబమునకు ప్రతిబింబము కనబడును.


42 వ పటము.



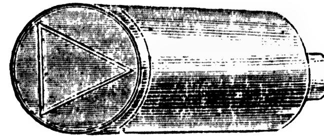
43 వ పటము.

ప్ర$_1$, ప్ర$_2$, రెండు అద్దములవలని ప్రతిబింబములు. ఈరెంటికి తిరిగి ప్రతిబింబములు ఒకచోకలసి ప్ర$_3$ ఒకే ప్రతిబింబముగా కనబడును. అన్నియు 3 ప్రతిబింబములు. 43వపటమువలన నిదిబాగుగ బోధపడకలదు.

(5) ఆరెండు అద్దములను కోణము చిన్నదగునట్లు పెట్టుము. కోణము సమకోణము కంటె కొంచెము తగ్గిన 4 ప్రతిబింబములు కనబడును. కోణము నంతకంతకు చిన్నది చేసినకొలదిని ప్రతిబింబముల సంఖ్య హెచ్చును. ఆ హెచ్చుటలో రెండురెండుగా హెచ్చును. నాలుగు, ఆరు, ఎనిమిది, పది, అట్లు హెచ్చును. ఇవన్నియు గుండ్రముగా సున్నవలె నేర్పడును. దీనిని ప్రయోగముజేసి చూచిన బహు చిత్రముగానుండును. తుదకు రెండద్దములు ఒకదానికొకటి ఎదురుగానుండిన మనకు కానవచ్చు ప్రతిబింబములు అసంఖ్యములు. అనగా లెక్కించుటకు వీలు లేనన్ని యుండును. రెండు నిలువుటద్దములను ఎదురుగానుంచి మధ్య మనము నిలువబడిన వానియందు మన ప్రతిబింబములు అసంఖ్యములై యుండును. అవన్నియు ఒకే పంక్తిలోనుండి ఒకదానివెనుక నొకటియుండును. ఇవన్నియు ప్రతిబింబమునకు ప్రతిబింబములు. అద్దములు వంపుగానున్నప్పుడు గుండ్రముగానున్న ప్రతిబింబము లన్నియు ఒక్కసారి ఏకపంక్తిలోనికి వచ్చును. వానిసంఖ్య అమితము.

కిరణపరావర్తనమువలన ఒకదానిని అనేకవానిగా నున్నట్లుకనబర్చవచ్చును. ఈవిషయము 'చిత్రదర్శని'యందు ప్రయోజనమునకు తేబడినది.

బజారులో అమ్మబడు ''చిత్రదర్శని'' (Kaleidoscope) అనుదానియందు చిత్రమైన ఆకారములు కనబడును. ఇది ఒక గొట్టము. అందులో రెండు అద్దములు వంపుగాకోణము వచ్చునట్లుంచబడును.



44 వ పటము.

44వ పటములో చూడుము. వాని మధ్య రంగు రంగుల గాజు ముక్కలుండును. ఆ గొట్టమును త్రిప్పినప్పుడు, ఈ గాజు ముక్కలుగూడ కదలి, వాని ప్రతిబింబములు ఆ రెండు అద్దములలో కనబడి మిక్కిలి చిత్రమైన ఆకారములు కానవచ్చును. 45వ పటము చూడుము.



45 వ పటము.

ప్రకాశ వక్రీభవనము.

(REFRACTION OF LIGHT.)

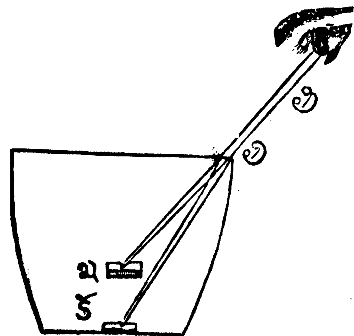
నీటిలో ఒక తిన్ననికర్రను కొంతవరకు ముంచిన, నీటి ఉపరి భాగమువద్ద కర్రవంగినట్లు కనబడును. కొద్దిగా నీరున్న నూతియందు



46 A వ పటము.

గాని చెరువునందుగాని అడుగు పైకి లేచినట్లు కనబడును. వెడల్పైన గిన్నెను తీసికొని, దానిలో నీరుపోయగా దాని లోతు తక్కువైనట్లు కనబడును. గాజుదిమ్మను వ్రాసిన కాగితము మీద పెట్టిన, అక్షరములు పైకి లేచినట్లు కనబడును. ఇవన్నియు మనము ప్రతిదినము చూచుచున్న విషయములే. అయినను వాని కారణమును మనము సాధారణముగా ఆలోచించియుండము. దీనిని ఒక చిన్న ప్రయోగమువలన తెలిసికొనవచ్చును.

గిన్నె నొకదానిని సంపాదించి, ఒక రాతిని దానిలో పడవేయుము. పడవేయుటలో నీకు కనపడీ కనపడనట్లు పడవేయుము. దానినుండి నీకంటిలోనికి ఋజుమార్గముగా కిరణములు వచ్చును. అట్లువచ్చు తిన్నని కిరణములకు గిన్నె అంచు అడ్డుండుటచే నీకు ఆరాయి కనపడదు. నీవు అక్కడనే యుండి గిన్నెలో నీరుపోయుము. ఇప్పుడు రాయి యంతయు నీకు కనబడును. ఏల?

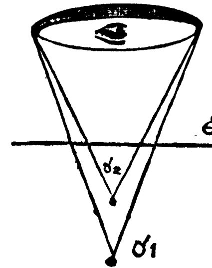


46 B వ పటము.

ఆ రాతినుండి వచ్చు కిరణములన్నియు నిప్పుడు నీ కంటిలోనికి

చొచ్చియుండవలెను. నీరు పోయనప్పుడు అవన్నియు గిన్నె అంచువలన ఆపబడినవి. అవి నీకంటిని చొచ్చుటకు నీటి ఉపరి భాగమునుండి వంగి నీకంటి మార్గమున వచ్చియుండవలెను. లేక అవి తిన్నగా పోయిన యెడల, అవి నీ కంటికి మీదుగాబోయి యుండుటచే ఇదివరకువలెనే, ఆ వస్తువు నీకు కనపడకయుండును.

కాబట్టి నీటినుండి ప్రకాశ కిరణములు గాలిలోనికి ప్రవేశించునప్పుడు నీటి ఉపరిభాగమున వంగును. అట్లే గాలినుండి నీటిలోనికి పోవునప్పుడుగూడ నవిమార్గభేదము జెందును. అట్లు జరుగుట గాలిలోను, నీటిలోను మాత్రముగాక, ఒక పదార్థము నుండి మరియొక పదార్థములోనికి కిరణములు బోవునపుడెల్లను జరుగుచుండును. అట్లు వంగుట ''వక్రీభవనము'' అనబడును. ఆరాతికి తిన్నగా పైనికన్ను పెట్టిచూచిన, అది ఉన్నచోటనే ఉన్నట్లు కనబడునుగాని కొంచెము పైకి లేచినట్లు కనబడదు.

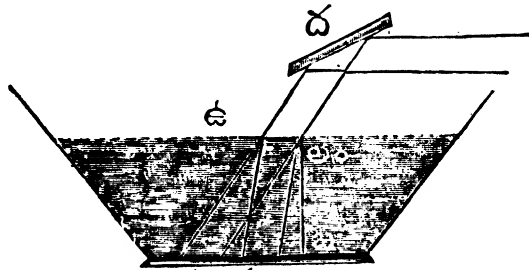


47 వ పటము.

దీనికి కారణము మనకన్ను పెద్దదిగానుండుటచే రాతినుండి లంబకిరణములేగాక ఇతరకిరణము లనేకములు కంటిలోనికి జొచ్చును. అవి ఉపరిభాగమునవంగి మనకంటిలోనికి వచ్చుటచే, మనము వానిపంక్తిలో ఆవస్తువును చూతుము. అట్టికిరణములు‘$ర_2$’వద్ద కలయుటచే ఆవస్తువు ‘$ర_2$’వద్ద నున్నట్టు తోచును.

అట్లు వంగుట ఆకిరణము ఇష్టము వచ్చినట్లుగాదు. ఆ వంపులేక వక్రీభవనము పతనకిరణముయొక్క కోణమును బట్టియు, ఆ రెండు పదార్థముల సాంద్రతనుబట్టియు నుండును. గాలిలోనుండి నీటిలోనికి పోవునప్పుడు గలుగు వంపును, గాలిలోనుండి పాలలోనికి పోవునప్పుడు గలుగువంపును వేరువేరుగా నుండును.

గది తలుపులుమూసి, దానితలుపు కన్నములోనుండి, చిన్నఅద్దము వలన సూర్యరశ్మిని గదిలో ప్రసరింపజేయుము. దానిని మరియొక అద్దము వలన ఒకబల్లమీదికి ప్రతిఫలించునట్లుజేసి, ప్రతిబింబముయొక్క స్థానము గుర్తుపెట్టుకొనుము. ఇప్పుడు ఒకగిన్నెలో నీరుపోసి ఆ ప్రతిఫలన కిరణముయొక్క మార్గములో బెట్టిన, ప్రతిబింబము, వెనుకటిచోట నుండదు కొంచెము ప్రక్కకు జరుగును.



48 వ పటము.

ప్ర1. నీరు లేనప్పుడు ప్రతిబింబము.

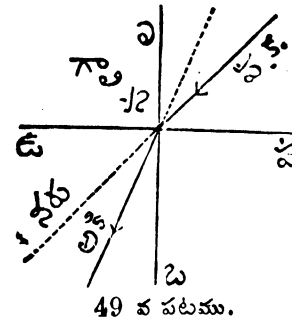
ప్ర2. నీరు పోసిన తర్వాత ప్రతిబింబము.

లం. ఉపరిభాగమునకు లంబము.

నీరుపోసినతర్వాతకిరణములు లంబమునకు సమీపముగా బోవును అనగా లంబము వైపువంగును. అది లంబముతో జేయు కోణము వెనుకటి దానికంటె చిన్నదిగానుండును. ఈ సంగతి యీ క్రింది పటమువలన బాగుగా తెలియును.

ఒక గిన్నెలో నీరు ఉన్నదనుకొనుము. 49 వ పటమునందు జూపబడిన 'ఉప' గీటు దాని యుపరిభాగము 'ఉప' మీద గాలియు, 'ఉప. క్రింద నీరును ఉన్నవి.

ఒక కిరణము (ప కి) గాలిలోనుండి నీటిమీద (స) వద్దబడిన అది నీటిలోనికి సరిగా (చుక్కలపంక్తివలె) పోదు. 'స' వద్ద 'సబ' అను లంబముగీచిన, నీటిలో 'వక్రీభవన' కిరణము లంబమునకు సమీపమగును.



49 వ పటము.

అనగా పతన కిరణకోణము 'వక్రీభవన' కిరణకోణముకంటె పెద్దదిగా నుండునట్లు పోవును. 'వక్రీభవన' కిరణ మార్గమున ప్రకాశమువచ్చిన పతనకిరణ మార్గమున బోవును. ఇప్పుడు 'పతన' కిరణము (అ.కి) వక్రీభవన కిరణము (ప.కి); కాబట్టి వక్రీభవన కిరణకోణము, పతనకిరణ కోణము కంటె పెద్దది. ఇచ్చట నీటినుండి, కిరణములు గాలిలోనికి పోవుచున్నవి. నీరుగాలికంటె సాంద్రత ఎక్కువగల పదార్థము.

'వక్రీభవన సూత్రము.

ఒకకిరణము, సాంద్రత తక్కువైన పదార్థమునుండి, సాంద్రత యెక్కువైన దానిలోనికి ప్రవేశించిన, లంబమునకు సమీపముగా 'వక్రీభవనము' చెందును; సాంద్రత యెక్కువైన దానినుండి తక్కువైన దానిలోనికి బోయిన లంబమునకు దూరముగా వక్రీభవనము జెందును.

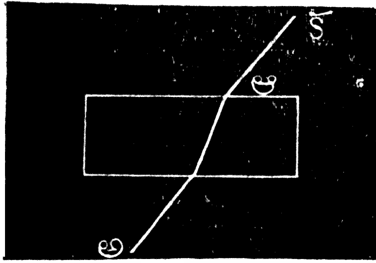
ఈ రెండు కోణములకునుగల తారతమ్యము, ఒకే పదార్థములకు ఎప్పుడును సమానముగా నుండును.

ఆ రెంటికినిగల తారతమ్యము ''వక్రీభవన గణకము'' (Refractive index) అనబడును.

$$\text{వక్రీభవన గణకము} = \frac{\text{పతనకిరణకోణము}}{\text{వక్రీభవనకిరణకోణము}}$$

ఇది ప్రతిరెండు వస్తువులకు స్థిరముగానుండును.

ఈ పైనజెప్పబడిన సంగతులు తెలిసినమీదట, గాజుదిమ్మను అక్షరముల మీదపెట్టిన అక్షరములు పైకిలేచినట్లేల కనబడునో తెలి



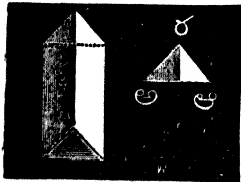
50 వ పటము.

గును. ఆది యీ క్రింది పటమువలన బాగుగ తెలియగలదు 50 వ పటము చూడుడి. 'ఆ' వద్ద బయలుదేరిన కిరణము, రెండు చోట్ల వక్రీభవనము జెంది తుదకు 'క' మార్గమున బోవును. కాబట్టి 'అ' దగ్గర నున్న వస్తువు ''క ఆ'' మార్గమున కనబడును. అనగా 'అ' కంటె ఎత్తుగా కనబడును. గనుకనే అక్షరములు లేవనెత్తబడినట్లుండును.

పట్టకము.

(PRISM)

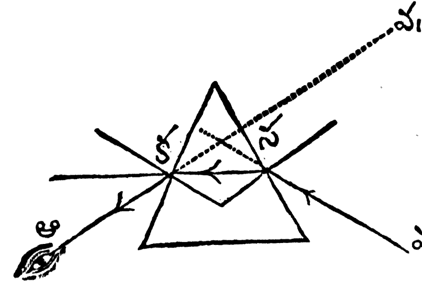
గొప్పవారి యిండ్లయందు వ్రేలాడ గట్టియుండు దీపముల చుట్టును మూడు భుజములుగల గాజుముక్కలు వ్రేలాడు చుండును. అట్టిముక్క నొక దానిని సంపాదింపుము. ఆది 'పట్టక' మనబడును. అది 51 వ పటమునందు చూపబడినది. దానిని అడ్డముగా కోసిన 'త్రిభుజము' (Triangle) వలె నుండును. 'ర అ', 'ర ఆ' దాని భుజములు, (Sides) 'అ ఆ' దాని 'పీఠము' (Base) 'ర' దాని 'అంచు.'



51 వ పటము.

అట్టిపట్టకమును, పీఠము క్రిందుగా పెట్టి దానిగుండ చూచిన క్రింద నున్న వస్తువులు ఎత్తుగానున్నట్లు కనబడును. 'వ' వద్ద బయలుదేరిన కిరణము 'స' వద్ద వక్రీభవనము జెంది, 'సక' గా పట్టకముగుండ ప్రసరించి

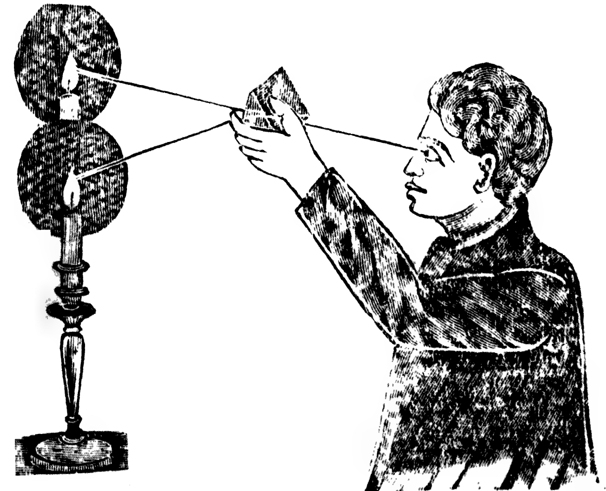
'క' వద్ద తిరిగి, వక్రీభవనము జెంది 'క ఆ' గా పోయి కంటిలో ప్రవేశించును అందుచేత 'వ' అను వస్తువును 'ఆ క' యొక్క మార్గములో చూతుము. గనుక 'వ' అను వస్తువు '$వ_1$' వద్దనున్నట్లు కనబడును. అనగా వస్తువు పైకి లేవనెత్తబడినట్లు కనబడును. 52 వ పటము చూడుము. 53 వ పటములో పట్టకములోనుండి చూడగా క్రిందనున్న దీపము మీద గానవచ్చుచున్నది.



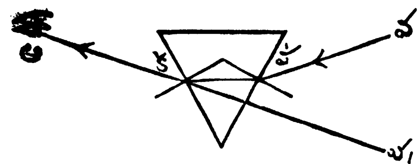
52 వ పటము.

ఆ పట్టకముయొక్క పీఠమును పైకిపెట్టిన పైనున్న వస్తువులు క్రిందుగా నున్నట్లు కనబడును. 53 B పటము చూడుడు.

పట్టకము.



53 A పటము.



'వ' దగ్గరనున్న వస్తువు 'వ$_1$' దగ్గర కనబడును.

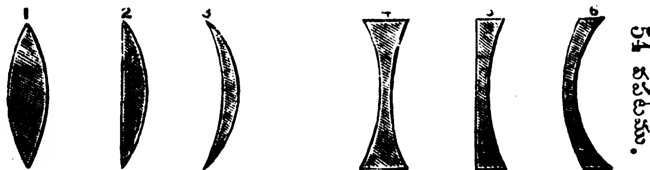
53 B వ పటము.

కటకము.

(LENS.)

సులోచనములయందు అద్దపు బిళ్లలను కొన్నిటిని జాగ్రతపెట్టి పరీక్షించిచూచిన వానిరెండు ప్రక్కలును చూపుటద్దమువలె సమతలము గలిగియుండవు. ఒకటి పుటాకారముగను, ఒకటి కుంభాకారముగను ఉండవచ్చును. దొంగలాంతరులు, బండిలాంతరులు మొదలైన వానియందుండు అద్దములు మరొకవిధముగానుండును. వానినన్నిటిని ఈ క్రింద వివరించుచున్నాము.

(1) రెండు ప్రక్కలును కుంభాకారము (Convex)గా గల దానిని ద్వికుంభ కటకము (Double convex) అందురు.



54 వ పటము.

ద్వికుంభకటకము రెండు సమగోళములు కలసిన మధ్యభాగము. 55వ పటము చూడుము.

(2) ఒకప్రక్క సమతలము రెండవప్రక్క కుంభముగా నుండిన "ఏకకుంభ కటకము." (Plano convex).

(3) ఒకప్రక్క పుటము, ఒకప్రక్క కుంభముగలిగి పుటాకారము ఎక్కువగా నుండుటచే దీనిని 'పుటీకుంభ కటకము.' (Concavo convex) అందురు.

(4) రెండుప్రక్కలును గూడ పుటాకారముగ నుండునది "ద్విపుట కటకము." (Double concave).

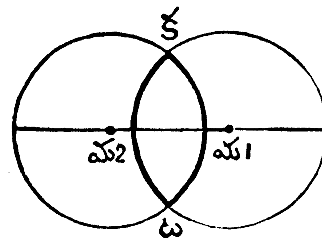
(5) ఒకప్రక్క సమతలము రెండవప్రక్క పుటము. "ఏకపుట కటకము." (Plano convex).

(6) ఒకప్రక్క పుటము, ఒకప్రక్క కుంభము గలిగి పుటముకంటె కుంభము ఎక్కువగా నుండుటచే నివి, 'కుంభీపుటకటకము.' (Convexo concave).

3, 6 సులోచనములయందు తరుచుగా ఉపయోగింపబడును. వీనిన్నిటిలో ముఖ్యమైనది (1) "ద్వికుంభకటకము." తక్కినవి అంత ముఖ్యమైనవి గాకపోవుటచే వానివిషయమై ఏమియు నిందు జెప్పబడదు.

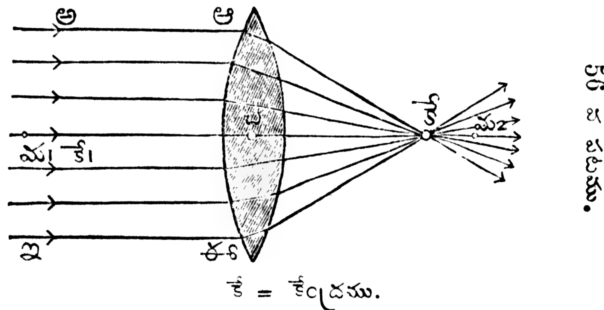
ద్వికుంభ కటకము.

దీని రెండు ప్రక్కలును రెండుగోళముల భాగములు. ఆ రెండు గోళముల మధ్యములే దాని రెండు ప్రక్కల "మధ్యములు." అవి (Centre of Curvature) "వక్రమధ్యము" లనబడును.



55 వ పటము.

'కట' కటకము; ఇది మధ్య దళసరిగను, చివరలకు పోయిన కొలది పల్చగను ఉండును. మ$_1$, మ$_2$ రెండును వక్రమధ్యములు(Centres of Curvature). రెండు వక్రమధ్యములను కలుపు పంక్తి "ముఖ్యాక్షము" (Principal axis). అట్టి కటకమును సూర్యున కెగురుగా నుంచిన రెండవ ప్రక్కను ఉన్న ప్రతిబింబము కనపడును. అనగా దానిమీదపడు కిరణములన్నియు, దానిగుండ పోయి రెండవ ప్రక్కను ఒకచో కలియుచున్నవి. ఆస్థలము దాని "కేంద్రము" అనబడును.



56 వ పటము.

కే = కేంద్రము.

కేంద్రమునకును, కటకమునకునుగల దూరము 'కేంద్రాంతరము.' కటకముయొక్క మధ్య "చక్షుశమధ్యము" (Optical Centre) యనబడును.

ద్వికుంభ కటకమువిూద దూరమునుండి వచ్చిన కిరణములు పడిన, అవియన్నియు రెండవవైపున దానికేంద్రములో చేరును. అనగా దూరమున నున్న వస్తువుయొక్క ప్రతిబింబము దానికేంద్రములో కనబడును. పైన చూపిన పటములో చక్షుశమధ్యము గుండాబోవు కిరణముదక్క తక్కిన వన్నియు వక్రీభవనమును పొందియున్నవి. కాబట్టి చక్షుశ మధ్యమునుండి బోవు కిరణము వక్రీభవనము జెందదు. అనగా ఇది సమతల ప్రదేశముల విూదబడు లంబకిరణమువంటిది.

కటకమువలనగలుగు వస్తు ప్రతిబింబమును కనుగొను మార్గము.

1. ఆ వస్తువునుండి ముఖ్యాక్షముతో ఒక "సమాంతర" కిరణము (Parallel ray) వ్రాసిన, అది కటకమునుండి బయలువెడలి, రెండవ వైపుననున్న కేంద్రము గుండబోవును.

2. ఆ వస్తువునుండి చక్షుశమధ్యముగుండా మరియొక కిరణము వ్రాసిన, అది వక్రీభవనము జెందక తిన్నగా కటకముగుండ బోవును.

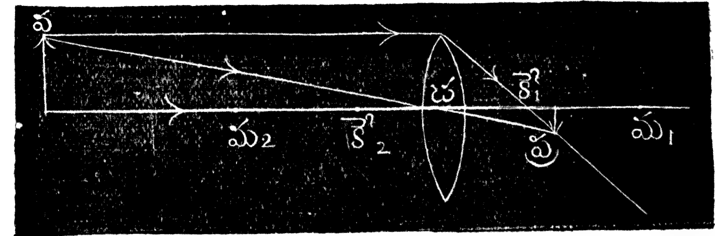
ఈ రెండును కలియుస్థలము, ఆ వస్తువుయొక్క ప్రతిబింబమై యుండును. ఈ ప్రతిబింబమును తెరవిూద జూపవచ్చును. సమతల దర్పణమునందలి ప్రతిబింబమువలె నిది భ్రమ గాదు.

ఇది వాస్తవమైన ప్రతిబింబము. గాన 'నిజబింబము'(real image) అనబడును.

ద్వికుంభ కటకమువలన ప్రతిబింబములు.

(1) అమిత దూరమున నున్న వస్తువుయొక్క ప్రతిబింబము కేంద్రము నొద్దనుండును. అనగా దానికిని కటకమునకునుగల దూరము కేంద్రాంతరమై యుండును. ఆప్రతిబింబము చిన్నదిగానుండును. అది నిజబింబము; దానినొక తెరపైని జూపవచ్చును.

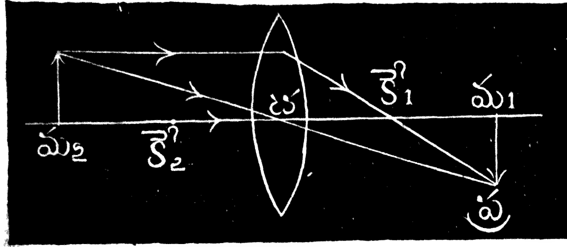
(2) కొంచము దూరముననున్న వస్తువుయొక్క ప్రతిబింబమును పైనచెప్పిన రీతిని కనుగొనవచ్చును.



57 వ పటము.

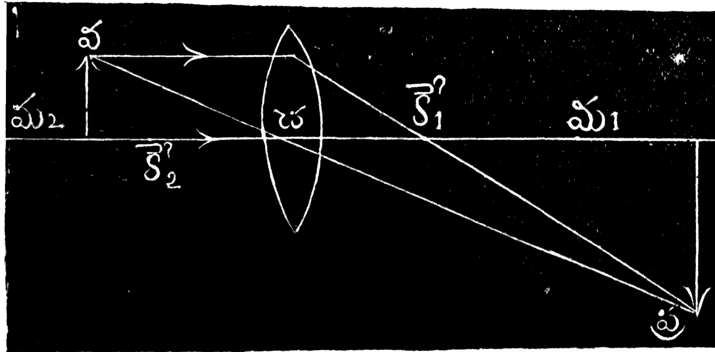
వస్తువుయొక్క ప్రతిబింబము 'ప్ర' వద్దకనబడును. ఆ ప్రతిబింబము చిన్నదిగాను, తలక్రిందుగాను, 'కేంద్రము'నకును, మధ్యమునకు మధ్యగాను ఉండును. 'మధ్యము'నకావల ఎక్కడనున్నను, కే, మ, లకు మధ్యమున నుండును.

(3) వస్తువు '$మ_2$' నొద్దనుండిన:—



58 వ పటము.

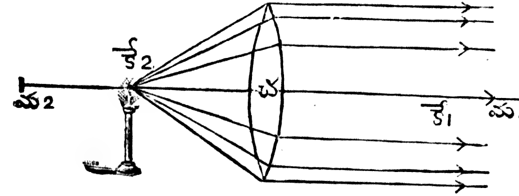
దాని ప్రతిబింబము, 'మ1' వద్దనుండును. అదివస్తువుతో సమానమైన ఆకారము గలిగి, తలక్రిందుగా నుండును. 'వ', 'ప్ర' రెండును కటకమునకు సమానదూరములోనుండును; పదార్థమును దానిబింబమును, కటకముయొక్క రెండుప్రక్కల మధ్యములయొద్ద నుండును.



59 వ పటము.

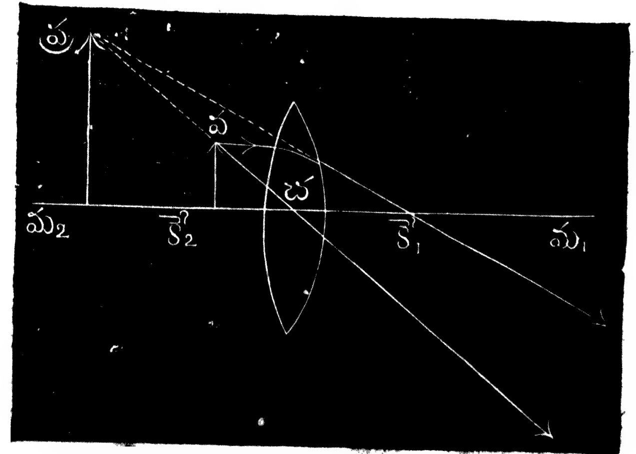
(4) (మ$_2$) మధ్యమునకు, (కే$_2$) కేంద్రమునకు నడుమ వస్తువుండిన దాని ప్రతిబింబము, 'మ'కు అవలగా, తలక్రిందుగా, పెద్దదిగా నుండును. వస్తువు ఒకవైపున 'మధ్యము'నకు, 'కేంద్రము'నకు నడుమగా నుండిన, రెండవవైపున 'మధ్యము'న కావలనుండును.

(5) వస్తువు 'కేంద్రము' నొద్దనుండిన, కేంద్రమువద్ద చిన్నదీపము పెట్టి రెండవ వైపు నుంచి చూచిన, కటకమంతయు వెల్తురుతో నిండి యుండును; దీపముయొక్క ప్రతి బింబము కనబడదు. ఆకిరణము లన్నియు అమిత దూరమున కలియుటచే మనకు బింబము కనపడదు. అది పెద్దదిగా నుండును. పైనజెప్పిన అయిదింటిలో వాస్తవ ప్రతిబింబములే కనబడును.



60 వపటము.

(6) వస్తువు కేంద్రము'నకు, 'కటకము'నకు నడుమనుండిన 'వ' నుండి బయలువెడలు కిరణములు, కటకముయొక్క రెండవ వైపున కలియుటకు వీలులేదు. అవి అంతకంతకు దూరమగును అవి రెండవ వైపున కలియనందున, వాస్తవ ప్రతి బింబము కలుగదు.



61 వ పటము.

ఆకిరణములయొక్క మార్గములు కటకము వైపుననే 'ప్ర' వద్ద కలియును. కాబట్టి 'వ' యొక్క ప్రతిబింబము 'ప్ర' వద్దకనబడును. అయితే అది భ్రమతప్ప వేరుగాదు. దానిని తెరమీద వేయుటకు వీలులేదు. అట్టి బింబములను, 'మిథ్యాబింబము' లనవచ్చును. ఇందు ప్రతిబింబము, సరిగా పెద్దదిగా, వస్తువు ఉన్నవైపుననే కనబడును. గనుకనే కటకమును ఏ వస్తువు దగ్గరనైన పెట్టిన అది పెద్దదిగా గనబడును. దీనిని చిన్న చిన్న వస్తువులను, చిన్న నెరసులు మొదలైనవానిని చూచుటకు ఉపయోగింతురు. ఇది చిన్నచిన్న వస్తువులను పెద్దవానినిగా జూపుటచే, దీనికి 'భూతదర్పణము' అను పేరుగలదు. దీని అర్థము, చిన్నవానిని పెద్ద భూతముల వలె చూపుఅద్దమని.

చిన్నవస్తువులను మిక్కిలి పెద్దవిగా కనపర్చు, సాధనము, జీవశాస్త్రమునందు, ప్రధానపటముగాజూపబడినది. అదిసూక్ష్మ పదార్థములను జూచుట కుపయోగపడుటచే 'సూక్ష్మదర్శని' యనిపిలువబడును, అందు పైనచెప్పిన కటకమువంటివి ఒకటికంటె ఎక్కువగానుండును. అవన్నియు కలిసి వస్తువును మిక్కిలి పెద్దదిగా జూపును. (జీవశాస్త్రము జూడుము).

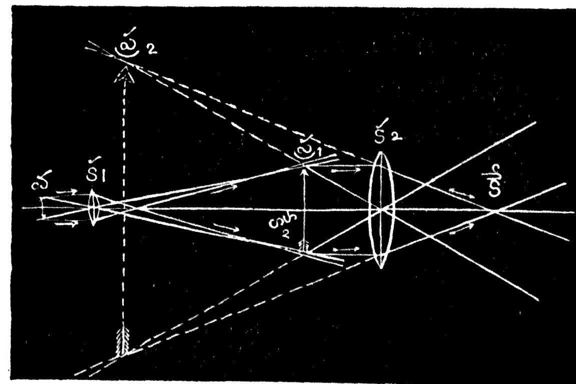
దృగ్యంత్రములు.

కటకముల ధర్మములు మీద వర్ణించినారము. ఈ ధర్మములను ఉపయోగించి కొన్ని యంత్రములు నిర్మింపబడినవి. అవి చిన్న వస్తువులను పెద్దవస్తువులుగా చూపించి మనకన్నులకు సాయముచేయును. కావున వానికి దృగ్యంత్రములని పేరుపెట్టితిమి. ఇట్టి యంత్రములలో 'సూక్ష్మదర్శని' (Microscope) 'దుర్భిణి' లేక 'దూరదర్శక యంత్రము' Telescope), 'యక్షిణీదీపము'(magic lantern)అనునవి ముఖ్యమైనవి.

సూక్ష్మదర్శని.

ఇది రెండువిధములు. సాదా సూక్ష్మదర్శని. సాదా సూక్ష్మదర్శినినే సామాన్య జనులు భూత దర్పణము (లేక భూత అద్దము) అందురు. ఈ సంగతి 61వ పటమును వర్ణించుటలో వివరింపబడినది.

ఇక మిశ్ర సూక్ష్మదర్శని (Compound microscope) యొక్క యంతరరచనను గురించివిచారింతము. ప్రస్తుతము బహిఃస్వరూపముతో మనకంతగాపనిలేదు. 62 వ పటమువలన ఈయంత్రములో దగ్గిరనున్న వస్తువుయొక్క ప్రతిమ పెద్దది యెట్లగునో తెలియును. ఈ యంత్రములో రెండు



62 వ పటము.

ద్వికుంభ కటకములుండును. ఒకటి 'క$_1$' రెండవది 'క$_2$'. ఇవియొకదానిలో నొకటి యిమిడియున్న గొట్టములలో నుండుటచే వీనిని వెనుకకు ముందుకు జరపవచ్చును. చిన్నదియైన 'క$_1$' అను కటకముయొక్క కేంద్రాంతరము (Focal distance) మిక్కిలి చిన్నదిగానుండును. కేంద్రాంతరమనగా కటకము మధ్యనుండి కేంద్రమువరకుగల అంతరమని

చదువరులకు తెలిసియే యున్నది. వస్తువు క$_1$యొక్క కేంద్రమునకు కొంచెము దూరముగానుండునట్లు 'క$_1$' కటకమును ఉంచవలెను. అప్పుడు వస్తువు వద్దనుండి యీ 'క$_1$' కటకముమీద పడు కిరణములవలన కటకమున కావల 'ప్ర$_1$' అనుచోట వస్తువుయొక్క యొకప్రతిబింబము తలక్రిందుగా బడును. ఇది నిజమైన ప్రతిబింబము. అనగా దీనిని తెరమీద చూపవచ్చును.

ఈ 'ప్ర$_1$' ప్రతిబింబము పెద్దకటకము (క$_2$)నకును, దాని కేంద్రము (కే$_2$) నకును నడుమ పడునట్లు 'క$_2$' అను కటకమును పైకిక్రిందికి జరుపుదురు. అప్పుడు ఈ 'ప్ర$_1$' ప్రతిబింబమునుండి బయలుదేరిన కిరణములు 'క$_2$'మీద పడి 'ప్ర$_2$'అను పెద్దప్రతిబింబమును చూపును. ఇదిమూల వస్తువుకంటె నెన్నియో రెట్లు పెద్దదిగా నుండును.

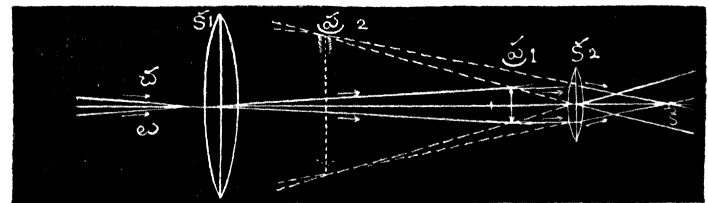
వీనియం దమర్పబడియుండు కటకముల కూర్పునుబట్టి వీని దృక్ఛక్తి హెచ్చు తగ్గులుగనుండును. ఒకానొక వస్తువును 200 రెట్లుగాని యంతకు తక్కువ రెట్లుగాని అధికాకారముగల దానినిగా గనుపరుచు కటకముల శక్తికి 'హీన దృక్ఛక్తి' (తగ్గుదృక్ఛక్తి: Low power) యని పేరు. అంతకంటె హెచ్చుగ పెంచి చూపు శక్తిగల కటకముల కూర్పునకు 'ఘనదృక్ఛక్తి' (హెచ్చు దృక్ఛక్తి: (High power) ఉన్నదందురు. మూల వస్తువుకంటె 2000 ల రెట్లును, అంతకంటె పెద్దదియు నగు ప్రతిబింబమును చూపు 'సూక్ష్మదర్శని' యంత్రములు గలవు. ఈయంత్ర నిర్మాణము, దానిని ఉపయోగించు విధము మొదలయిన యంశములను గూర్చి విజ్ఞాన చంద్రికా గ్రంథములలోని యైదవ గ్రంథమగు జీవ శాస్త్రము యొక్క పరిశిష్టములో వివరముగా వర్ణింపబడి యున్నది. అధికముగా దెలిసికొన గోరువారా గ్రంథము చూడనగును.

దూరదర్శని.

(TELESCOPE.)

ద్వికుంభకటకము మనకెన్ని విధములనో ఉపయోగకరము. దీనిని దూరముననున్న పదార్థములను జూచుటకు గూడ నుపయోగింప వచ్చును. సముద్రము మీదబోవు యోడలను, ఆకాశము నందుండు నక్షత్రములను చూచుటకును, యుద్ధములయందును, మరిఎక్కడనైనను దూరపు వస్తువులను చూడవలసి వచ్చినప్పుడును దానిని ఉపయోగింపవచ్చును. అప్పుడు దానికి 'దూరదర్శని' యనిపేరు.

రెండు ద్వికుంభ కటకములు, రెండు గొట్టముల చివర అమర్పబడియుండును. అందు ఒకగొట్టము రెండవదానిలో నమరి వెనుకకు ముందుకు ఆడుటకు వీలుగా నుండును. మొదటి కటకము యొక్క కేంద్రాంతరము చాల పెద్దదిగా నుండును. దానిని దూరమున నున్న వస్తువువైపు బెట్టిన దాని కేంద్రములో ఆవస్తువుయొక్క చిన్న ప్రతిబింబము కనబడును. ఇప్పుడు లోపలి గొట్టమును జరిపి, మొదటి దానివలన గలిగిన ప్రతిబింబమును రెండవ కటకము యొక్క కేంద్రమునకును, కటకమునకును మధ్య వచ్చునట్లు పెట్టిన, (6)లో జెప్పబడినట్లు, పెద్ద ప్రతిబింబము కనబడును. ఇది యీక్రింది పటమువలన బాగుగ తెలియును.



63 వ పటము.

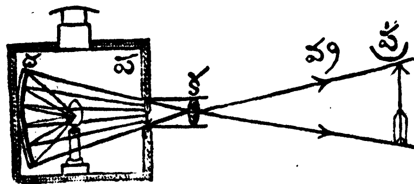
ప్ర$_1$. మొదటి కటకమువలని ప్రతిబింబము.
ప్ర$_2$ రెండవ కటకమువలని ప్రతిబింబము, పెద్దదిగా గనబడును.

రెండవ కటకము భూత దర్వణము అని తెలియునది.

యక్షిణీ దీపము.

(MAGIC LANTERN.)

చిన్న పటములను తెరమీద మిక్కిలి పెద్ద పటములుగా జూపి, చూచువారికి నానందము కలుగ జేయుటకు నీయంత్రమును ఉపయోగించెదరు. ఇందు క్యామరాలో జరుగు వ్యాపారమునకు వ్యతిరేక వ్యాపారము జరుగును. ఇందు ఏపదార్థము యొక్క ప్రతిబింబము కావలయునో యది పెట్టెలో గాని పెట్టె మూతిలో గాని యుండును. ప్రతిబింబము వెలుపల తెరమీద నుండును. 64 వ పటము చూడుము. ఇది యొక పెట్టె. అందు 'ద' అనున్నది పుటాకార దర్వణము. దాని కేంద్రస్థానములో దీపముండును. 'ప' అనునది పదార్థము. అనగా ఏపదార్థము యొక్క ప్రతిబింబము కావలయునో యది. దీనిని తలక్రిందుగా నుంచెదరు. ఇది పారదర్శక పదార్థముగా నుండవలెను. లేనియెడల కిరణములు అందుండి పోజాలవు. 'క' యనునది ద్వికుంభ కటకము. 'ప్ర' అనునది తెరమీది పెద్ద ప్రతిబింబము. పదార్థమున్నచోట ఒక మనుష్యుని చిన్న పటము తలక్రిందుగ పెట్టిన నది తెరపై ఆ మనుష్యునియంత పెద్ద ప్రతిబింబము పడును. అందుచే చూచువారికి నిజమైన మనుష్యుని చూచితిమా యని తోచి సంతోషముకలుగును. ఈ యంత్ర సహాయము వలన గొప్పగొప్ప పర్వతప్రదేశములు, నదీ ప్రవాహములు, విఖ్యాతి చెందిన మందిరములు, ఇత్యాదులను తెరపై జూపి, చూచువారి కానందము గలుగజేయవచ్చును.

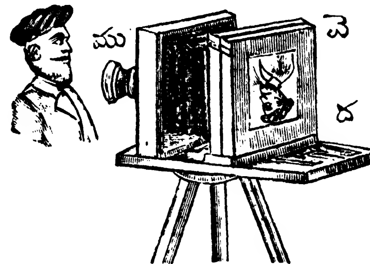


64 వ పటము.

ఛాయాపటము (ఫోటోగ్రాఫ్).

ఫోటోగ్రాఫు లనబడు ఛాయాపటములను చదువరులు చూచియుందురు. కాని యవియెట్లు తయారుచేయ బడునో కనుగొనిన వారు బహు కొద్దిగా నుందురు. ఈపటములు వెలుతురు సహాయము వలన తీయబడును. కావున ఈవిద్యకు 'ప్రకాశలేఖనము' (Photography) అని పేరువచ్చెను. ఇట్టి పటములు తీయుటకు నొక పెట్టెయుండును. దానికి 'క్యామెరా' (camera) అని పేరు. 65వ పటము చూడుము.

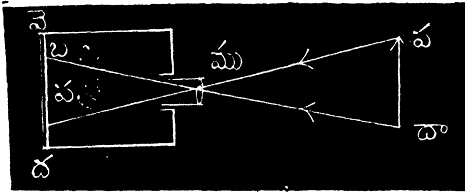
ఇది యీ యంత్రముయొక్క బహిఃస్వరూపమును చూపును. 66వ పటము దానియొక్క అంతర స్వరూపమును కనబరుచును. 'ము' అన్నది పెట్టెయొక్క ముందు భాగము లేక మూతి. ఇందులో గుండ్రని ద్వికుంభ కటకము పెట్టబడి యుండును. పెట్టెలోనికి వెలుతురు ఈ మూతిగుండ అనగా ద్వికుంభ కటకములో నుండియే పోవలెను. ఈమూతి మూసినయెడల పెట్టెలోనంతయు చీకటి యుండును. పెట్టెయొక్క వెనుకటి భాగమందు ఒక అద్దముండును (వె. ద.) ఈ యద్దము అర్థపారదర్శకముగా (Ground Glass) నుండును. 'పదా' అనునది పదార్థము. దీని పటమును తీయవలెను.



65 వ పటము.

ఈ పదార్థమును క్యామరాయెదుట నిలువబెట్టవలెను. క్యామరా పెట్టెయొక్క ముందు భాగము వెనక భాగము తోలుతో గాని, రబ్బరుతో గాని కలుపబడును. కావున మనయిష్ట ప్రకారము 'వెద' ను 'ము' ను ఇటు అటు జరప వచ్చును, పదార్థముయొక్క ప్రతిబింబము 'వెద' అద్దము మీద మనకు కావలసినంత పెద్దదిగా పడువరకు, పెట్టెయొక్క వెనుకనున్న

యద్దమును ముందుకు వెనుకకు జరుపుదుము. ఇట్లు చేయుట కేంద్రీకరణము (Focussing) అనబడును. ఇట్లు చేసిన 'ప' వద్దనుండి వచ్చిన కిరణము 'ప్ర'



౭౧ వ పటము.

వద్దను, 'దా' వద్దనుండివచ్చిన కిరణము 'బ' వద్దను వెనుకయద్దము మీదపడి 'ప్రబ' యను ప్రతిబింబమును తలక్రిందుగా నిచ్చుచున్నవి. ఇదినిజమైన ప్రతిబింబము. ఇట్లంతయు నేర్పాటుచేసి 'ము' మూసివేసి 'వెద' అద్దమును తీసి దానిస్థలములో నింకొక యద్దమును పెట్టుదురు. ఈ యద్దమునకు వెలుతురు తగులకుండ పెట్టె వెనుక పెట్టవలెను. అందుచే పెట్టెమీద నల్లబట్ట తెరగావేసి యీయద్దమును పెట్టెలో 'మూర్చెదరు. ఇట్లు 'వెద' స్థలములో క్రొత్త యద్దముండును. మూతి మూసినందున క్యామెరాలో చీకటి యుండును. ఈక్రొత్త యద్దమునందు నొక విశేషముకలదు. దానికి కొన్ని ద్రావకములు పూత పూయబడును. అందుచే నాయద్దముమీద వెలుతురు పడినతోడనే, యెచ్చటెచ్చట కిరణములు పడునో యచ్చటి ద్రావకము కిరణములచే మ్రింగివేయబడును. ఎక్కుడు ప్రకాశకిరణములు పడినచోట నెక్కుడు గాతిని వేయబడును. తక్కువ ప్రకాశకిరణములు పడినచోట తక్కువగాతిని వేయబడును. నీడనున్నచోటి ద్రావకమట్లే యుండును. క్రొత్త యద్దమును పెట్టినతరువాత మూతిని తెరచెదరు. అప్పుడు పదార్థము యొక్క ప్రతిబింబము పూర్వపు టద్దము మీది వలెనే యీ యద్దము మీద పడును. అనగా పదార్థమువద్దనుండివచ్చు కిరణములు దీనిమీదపడును. కావున ఆకిరణములు ఈయద్దముమీది ద్రావకమును తినును. తినబడిన

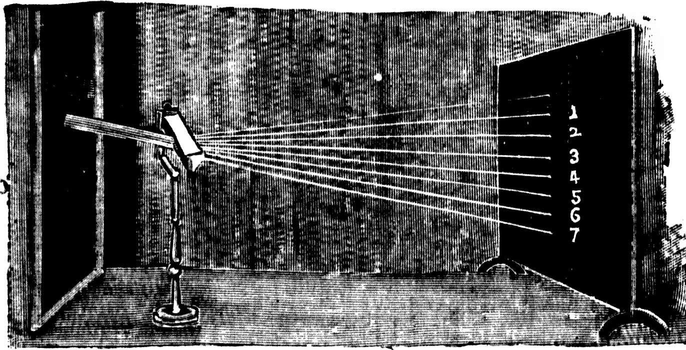
చోటెల్ల ప్రతిమగా నేర్పడును. తరువాత నాయద్దమును మూసి చీకటి కొట్టులోనికి తీసికొనిపోయి, కొన్ని ద్రావకములతో గడిగిన నది స్థిరమగును. తరువాత నాయద్దము క్రింద నొకవిధమైన కాగితమును పెట్టి యెండలో పెట్టిన నాప్రతిమ దానిమీద అచ్చుపడును.

కిరణపృథక్కరణము.

(SPECTRUM ANALYSIS).

సూర్యునివద్దనుండి మనకు తెల్లని కాంతి వచ్చును. ఆకాంతి, దళసరి (బిళ్ళోరి) అద్దములమీద, పట్టకములమీద, కాగితములమీద ఎత్తిపెట్టుకొను గాజుదిమ్మలమీద, ఇట్టి మరికొన్నిటి మీద పడినప్పుడు మనకు రంగురంగులుగా గనబడును. అప్పుడప్పుడు ఆకాశమునందు 'ఇంద్రధనుస్సు' అనేక రంగులతో కనుపించును. ఉదయమున చెట్లనుండి జారు మంచు బిందువులు, వజ్రములవలె అనేక రంగులతో మెరయును. సాలిగూడుమీద సూర్యరశ్మి పడిన, ఆగూటియందలి సన్ననిదారములు రంగులు గలిగి ప్రకాశించును. చీకటిగదిలోనికి ప్రవేశించు సూర్యకిరణముల మార్గములోని రజఃకణములు రంగు రంగులుగా కనబడును. ఇట్టి రంగులు సూర్యరశ్మి పడినప్పుడు మాత్రమే కనబడును. రాత్రివేళ ఇంద్రధనుస్సును గాని, మంచుబిందువులయందలి రంగులనుగాని చూడబోము. కాబట్టి దీనికంతకు కారణము సూర్యరశ్మి యని తెలియుచున్నది. సూర్యరశ్మి తెల్లని యొక కాంతియేగదా? ఇన్ని రంగులేల కనబడును? ఈ రంగులన్నియు ఆయావస్తువులకు స్వాభావికములుగానైన నుండవలెను. లేదా అవన్నియు సూర్యరశ్మిలో అంశీభూతములై అది కొన్ని పదార్థములమీద బడినప్పుడు మార్పు జెందుటనైన కావలెను. ఆరంగులు ఆ వస్తువులకు స్వభావసిద్ధమైనవి కావని మనకు తెలియును. కాబట్టి అవి సూర్యప్రకాశములో అంశీభూతములై యుండవలెను. దీనిని చూపుటకు చిన్న ప్రయోగము చేయుదము.

పట్టకము నొకదానిని సంపాదింపుము. చీకటి గదిలోనికి తలుపు సందుగుండ సూర్యకాంతిని ప్రవేశపెట్టుము. దాని మార్గములో యీపట్టకమును పీఠము పైనుండునట్లుగా బెట్టుము. ఆవలి గోడమీద, అనేక రంగులు గల కాంతి పుంజమును జూతుము.



67 వ పటము.

1. ఊదా=Violet.
2. నీలిమందువర్ణము=Indigo.
3. నీలము=Blue.
4. ఆకుపచ్చ=Green.
5. పసుపు=Yellow.
6. నారింజపండువర్ణం=Orange.
7. ఎరుపు=Red.

ఈరంగులన్నియు సూర్యకాంతినుండియే వచ్చియుండవలెను. ఆ రంగులను లెక్కించిన 7 రంగులు గానవచ్చును. ఈ ఏడును, ఎరుపు మొదలు ఊదావరకు పటమునందు చూపబడినట్లు వరుసగా నుండును. దీనినిబట్టి సూర్యకాంతి పట్టకమునుండి బోవునపుడు, 7 రంగులుగా విభజింపబడునని దెలియును. ఇట్లు తెల్లని సూర్యకాంతి, అంశీభూతములైన 7 కాంతులుగా విభజింపబడుట, కిరణ 'పృథక్కరణము' అనబడును.

ఇట్లు సూర్యుడు ఏడురంగులు గలవాడని మన పూర్వికులకు దెలిసియే కాబోలు సూర్యునకు "సప్తార్చి" (ఏడుమంటలు గలవాడు.) అని పేరుబెట్టిరి. "సప్తాశ్వుడు" (ఏడుగుర్రములు గలవాడు) అనికూడ అందురు. ఏడురంగులు అను గుర్రములమీద బోవువాడని కవిసమయము గా వచ్చును. దీనినిబట్టి సూర్యకాంతి ఏకకాంతిగాక ఏడు కాంతులయొక్క సంపుటమని తెలియుచున్నది. ఇప్పుడు ఇంద్రధనుస్సు కలుగుటకు కారణము సులభముగా దెలియును. మేఘములు చిన్నచిన్న నీటి బిందువుల సమూహములు. వానిమీద సూర్యకాంతి పడినప్పుడు, అది, వక్రీభవనమునుచెంది ఏడు రంగులుగా పృథక్కరణమును బొందును; పృథక్కరణమును బొందుటచేత కలిగిన "చిత్రవర్ణము" (Spectrum) ఇంద్రధనుస్సు అని వాడబడుచున్నది.

పై ప్రయోగము నందలి చిత్రవర్ణమును, మూలము తలక్రిందుగా బెట్టబడిన మరియొక పట్టకముమీద పడునట్లు జేసిన ఆ రంగులన్నియు ఏకమై తిరిగి తెల్లనికాంతి బయలువెడలును. కాబట్టి యీ ఏడు రంగులు కలిసి తిరిగి సూర్యకాంతి కలుగుచున్నదని తెలియును.

సూర్య ప్రకాశము ఏడు అంశీ భూతములైన వర్ణముల సంపుటమని రెండు విధములుగా ప్రదర్శింపవచ్చును; అందు మొదటిది. (1) పృథక్కరణము=అనగా సూర్యరశ్మిని దీసికొని, దానిని నేడురంగులుగా మార్చుట. రెండవది (2) సంయోగీకరణము. (Synthesis) అనగా ఏడు రంగులను వేరువేరుగా దీసికొని, వానినన్నిటిని సంపుటము చేయుటచే తెల్లనికాంతి గలుగునని జూపుట.

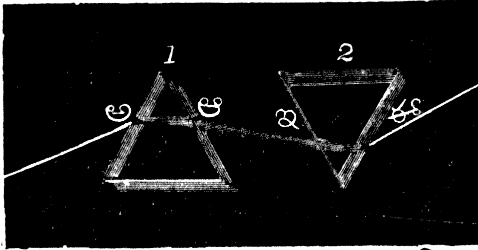
1. పృథక్కరణము:—

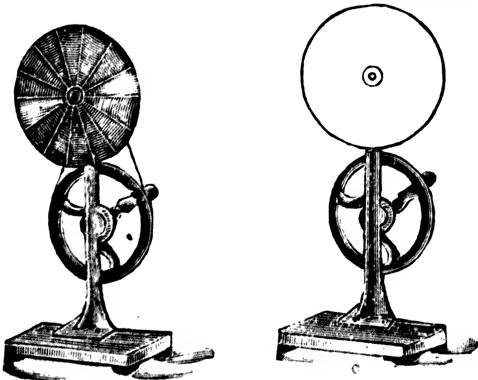
సూర్యరశ్మిని పట్టకము గుండ పంపుటచే నేడు రంగులుగా మారి, చిత్రవర్ణము గలుగును. ఇచ్చట కిరణము పట్టకముమీద పడిన వెంటనే పృథక్కరణము జెంది, 7 రంగులుగల కిరణాంశములుగా మారి పట్టకము

యొక్క రెండవ ప్రక్కకుబోయి, ఆయుపరిభాగమునందు వక్రీభవము జెందును; అట్లాకిరణములు బోవుటలో నంతకంతకు దూరమై పోవుటచే పొడవైన చిత్రవర్ణము కలుగును. (67 వ పటము చూడు.)

2. సంయోగీకిరణము.

1. పైప్రయోగమున చూపబడిన చిత్రవర్ణమునందలి ప్రతి వర్ణమును, చిన్న చిన్న అద్దములవలన నొక ప్రదేశమునకు ప్రతిఫలింపజేయుము; అచ్చోటనవన్నియు కలిసి, తెల్లనికాంతియగును. లేక ఒకపట్టకమును తలక్రిందుగా, దానిమార్గమున బెట్టిన రంగులన్నియు కలిసిపోయి, తెల్లని కాంతి కలుగును. 68 వ పటము చూడుము.





68 వ పటము.

2. కాగితపు అట్టతో చిన్న చక్రమునుజేసి, దానిమీద చిత్రవర్ణమునందలి రంగులను వేసి, చక్రమును గట్టిగా త్రిప్పిన అవన్నియు కలిసి మనకు తెల్లనిరంగుగా కనబడును.

ఈ ప్రయోగములవలన సూర్యప్రకాశము, మూలవర్ణములుగలదిగాక సప్తవర్ణ సమూహమని విస్పష్టము. ఈ ఏడురంగులు ఈక్రింది అంశముల ప్రకారముండును.

1. ఎరుపు $60\frac{3}{4}°$.	5. నీలము $54\frac{2}{3}$
2. నారింజపండు $34\frac{1}{6}$	6. నీలిమందు $34\frac{1}{6}$
3. పసుపు $54\frac{3}{4}$	7. ఊదా $60\frac{3}{4}$
4. ఆకుపచ్చ $60\frac{3}{4}$	

వర్ణము.

ప్రపంచమునందు మనము ఈ ఏడురంగులేగాక, అనేక రంగులను చూచుచున్నాము. అయితే అవన్నియు, నీ యేడురంగులలో రెంటియొక్కగాని, అంతకంటె నెక్కువ వానియొక్కగాని సమ్మేళనమువలన గలుగుచున్నవి. కాబట్టి యీ యేడురంగులను "మూలవర్ణములని" చెప్పవచ్చును.

వర్ణభేదము.

మనమనేక వర్ణములుగల పదార్థములను చూచుచున్నాము. అవన్నియు చీకటిలో నొకేవర్ణముగా కనబడును. అట్టి వర్ణభేదము అవి ప్రకాశములో నున్నంతవరకే కలుగును. కాబట్టి వర్ణభేదమునకుమూలము ప్రకాశమని తెలియును. ప్రకాశమునకు ఆధారము సూర్యుడు గనుక, వర్ణభేధములు సూర్యునివలన గలుగుచున్నవని జెప్పవచ్చును. సూర్యరశ్మి ప్రతి వస్తువుమీదను పడుటచే దానికి వర్ణము కలుగుచున్నది.

పచ్చని ఆకుమీద సూర్యప్రకాశముపడి ఆకును పచ్చగా నుండునట్లు జేయుచున్నది. ఎర్రని వస్తువుమీద పడుటచే, నది ఎరుపుగా కనుపించుచున్నది. అయితే అది ఎర్రగా నేల కనుపింపవలె? తక్కినరంగు

లేమైనవి? అని అడుగవచ్చును. తక్కిన రంగులన్నియు ఆ వస్తువు వలన "మ్రింగివేయ"బడి, ఒక ఎరుపుమాత్రము మ్రింగబడక బోవుటచే అది ఎర్రగా కనుపించును.

ఒక ఎర్రని అద్దములోనుండి చూచిన ఎర్రనికాంతి కనబడును. ఇప్పుడు దానివెనుక నీలి అద్దమును బెట్టిచూడుము. ఏమియు కనుపడదు. ఎర్రనికాంతి నీలి అద్దముచే మ్రింగివేయబడును; తక్కిన కాంతులన్నియు నదివరకే ఎర్ర అద్దముచే మ్రింగబడినవి. కాబట్టి మనకంటిలోనికి ఏ రంగును చొచ్చుటలేదు. గనుకనే మనకేమియు గనుపడదు. తలుపులకు రెండురంగుల అద్దములు ఒకదానివెనుక నొకటిబెట్టిన యింటిలో నెప్పుడును చీకటిగనేయుండును.

నల్లరంగు.

నల్లరంగు సూర్యకాంతిలో లేదు; అయితే నల్లనివస్తువు లేలయున్నవి? నలుపు అనగా తెలుపుగానిది. నలుపు సూర్యరశ్మియందుగల రంగులనన్నిటిని మ్రింగును. అనగా దానినుండి ఏవర్ణముగల కిరణములును బయటికిరావు; అయితే దాని నెట్లు చూడగలము? మనము వరుసగా అంగుళము దూరములో తెల్లని చుక్కలనుపెట్టుచు, మధ్య ఒక చుక్కను మరచిపోయిన నదిచూడగానే ఒక చుక్క లేదని కానవచ్చును. అట్లే చుట్టునున్న వస్తువులను చూచుచున్నప్పుడు మధ్యనున్నది కనబడని వస్తువైనను, అ చుట్టునుండు వానిమధ్య మరియొక వస్తువు వుండవలెనని దెలియును. అనగా ఆ వస్తువుకనబడనిదైనను, చుట్టునున్నవి కనబడుటచే నదిగూడ కానవచ్చుచున్నదని యర్థము.

ఇంద్రధనుస్సు అనబడు సృష్టి చమత్కారము, సూర్యకిరణముల యొక్క పృథక్కరణమువలన గలుగుచున్నదని చదువరులకు దెలిసియే యున్నది; ఇట్టి సృష్టిచమత్కారము లనేకములు మన కనుదినమును గాన

వచ్చుచున్నవి. అందు ముఖ్యమైనవి ఎండమావులు, ఉషఃకాలము, సాంధ్యరాగము ఇత్యాదులు; వీనికన్నిటికిని, కిరణపరావర్తన వక్రీభవనములే గారణము; ఉదయమునను సాయంత్రమును సూర్యబింబము, క్షితిజమునకు సమీపముననున్నప్పుడు పెద్దదిగాను, ఎరుపు రంగుగలదిగాను, కాంతి విహీనముగాను ఉండును. దీనికిగూడ కారణములు కిరణపరావర్తన వక్రీభవనములే. ఇట్టి భౌతిక విశేషములనుగూర్చి గ్రంథాంత్యమునందలి పరిశిష్టమునందు వివరముగా ప్రశంశింపబడినది. అట్టివిషయములను దెలిసికొనుట కుత్సాహముగల చదువరులు, పరిశిష్టమును జదువవలెను.

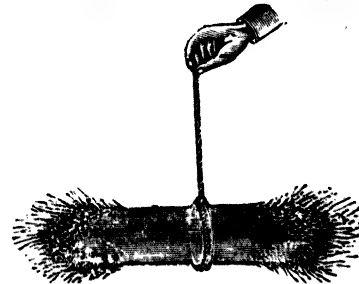
తృతీయాధ్యాయము.

లోహచుంబకత్వము.

(MAGNETISM).

సూదంటురాయి (అయస్కాంతము) అని పిలువబడు రాతి నొకదాని సంపాదించి, దానితో నీ క్రిందిప్రయోగములను చేయుడు.

1. దాని నొకసన్నని పట్టుదారపు పోగునకుగట్టి వ్రేలాడదీయుము. దాని చివరలలో నొక్కటి యుత్తరపు వైపునకును రెండవది దక్షిణపు వైపునకును తిరుగును. దానిని మనము అటు నిటు కదలించినను తిరిగి దక్షిణోత్తరముల వైపు తిరుగును.



69 వ పటము.

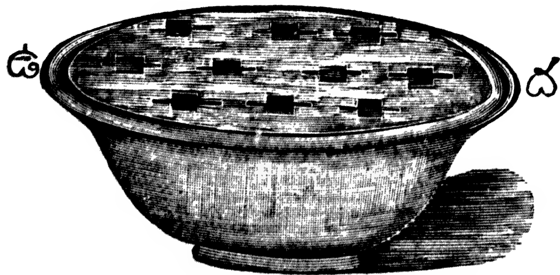
(2) అయస్కాంతమును సూదియొద్దకు తెచ్చిన, అది సూదిని ఆకర్షించును. దానిని ఇనుపపొట్టులో బెట్టిన ఇనుపముక్కలు ఆకర్షింపబడి వేలకొది దాని నంటుకొనును. ఇట్లు అయస్కాంతము వ్రేలాడదీయబడి

నప్పుడు ఎప్పుడును ఒకేవైపునకు తిరిగి యుండును. దానిని కదలించినను తిరిగి మొదటి స్థలమునకు వచ్చియాగును. కాబట్టి అయస్కాంతమునకు ఇనుపముక్కలను ఆకర్షించునట్టి గుణమును వ్రేలాడుచున్నప్పుడు ఒకే వైపునకుతిరిగి ఉత్తరదక్షిణములను చూపునట్టిగుణమును సహజములని తెలియును. సముద్రముమీద నావికులు దిక్కులను తెలిసికొనుటకు దీని నుపయోగింతురు. అందువలన దీనికి "దిక్సూచి" యను పేరు గలిగినది.

దీనికిగల ఆకర్షణశక్తి "లోహచుంబకత్వ" మనబడును.

అయస్కాంతము గనులలో దొరకి, పైనచెప్పిన రెండుగుణములు దానికి సహజములగుటచే, దానిని "స్వాభావికాయస్కాంతము" అని జెప్పుదురు.

(3) అట్టిదానితో ఒకచిన్న యినుపముక్కనుగాని, సూదినిగాని తోమి, ఆ సూదిని ఇనుపపొట్టులో పడవేసియెత్తును. అది ఆ యినుపముక్కలను ఆకర్షించును. దానిని సన్నని దారమునకుగట్టి వ్రేలాడదీయును. స్వభావసిద్ధమైన అయస్కాంతపు రాయివలెనే నదిగూడ ఒకే దిక్కునకు తిరుగును. దానినొక బెండుకు గుచ్చి నీటిలో పడవైచిన నెప్పుడును ఒకే వైపు (దక్షిణోత్తరములు) చూపును. నాలుగైదు సూదులను అయస్కాంతముతో రాపాడించి, చిన్న బెండుముక్కలకు గుచ్చి నీటిలో వైచిన

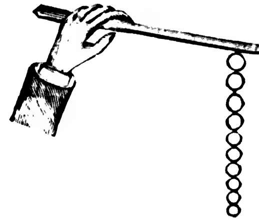


70 వ పటము.

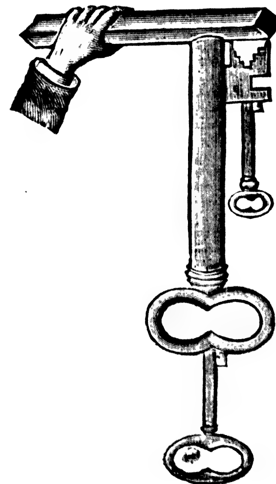
అవన్నియు నీ పైన చూపినట్లుగా దక్షిణోత్తరముల జూపును. ఈ సూదు

లకు నీ గుణములు సహజముగా లేక, మనప్రయత్నమువలన కలుగుటచే, నివన్నియు 'కల్పితాయస్కాంతము' (Artificial Magnets) లనబడును.

స్కాంతముయొక్క కొనకు, ఒకసూది యంటించి, యా సూది కొనను ఇనుపముక్కలలో బెట్టిన అవి దానిచే నాకర్షింపబడును. ఇనుపముక్కలకు మారుగ దానిచివర మరొక సూది నంటించిన నదిగూడ అంటుకొని వ్రేలాడును. ఇట్లు రెండుసూదులేగాక 4,5,6 సూదులనుగూడ నాకర్షింప వచ్చును. ఇప్పుడు మొదటి సూదిని స్కాంతమునుండి తప్పించిన



తక్కినవన్నియు నొకదాని నొకటి యాకర్షింపక, వేరు వేరుగా చెదిరి పోవును. ఇట్లే స్కాంతమునకు ఒక దాని క్రింద నొకటిగా నెన్నియో యినుప తాళపుచెవులను ఇనుపయుంగరములనుఅంటింప వచ్చును. 71 వ పటమును చూడుడు.



71 వ పటము.

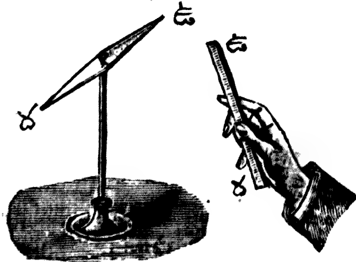
దీనిని బట్టి అయస్కాంతము దగ్గిరయున్నంతవరకు, అవన్నియు గూడ స్కాంతభావమును జెంది అయస్కాంతముల వలెనే యున్నవనియు అయస్కాంతముదీసి వేయబడినప్పుడు, తిరిగి మొదటి స్థితిని పొందిన వనియు తెలియుచున్నది. ఇట్లు అయస్కాంతము తన స్వభావమును ఇతర వస్తువులయందు ప్రవేశపెట్టుట 'స్కాంత ప్రేరణ' యనబడును.

అయస్కాంతాకర్షణము అన్ని పదార్థములయందు వర్తింపదు. అయస్కాంతాకర్షణకు లోబడు పదార్థము లీప్రపంచమునందొకటిరెండింటికంటె నెక్కువనున్నట్లు గానరావు. అవి(1) ఇనుము, (2) ఉక్కు (3) నికెల్ (Nickel) (జర్మన్ వెండి, మాయవెండి) యను లోహము మొదలైనవి. ఈపదార్థములకిట్టి గుణముండుటచే వీనిని 'స్కాంత పదార్థములు' (magnetic substances) అనిచెప్పవచ్చును; స్కాంత భావము వహింపనేరని లేక స్కాంత ప్రేరణకు లోబడని, కఱ్ర, గంధకము, రాగి మొదలైన తక్కినపదార్థముల నన్నిటిని 'అస్కాంతపదార్థములు' (non-magnetic substances) అని చెప్పవచ్చును. స్కాంతమును జేయుటయందు సాధారణముగా, ఉక్కు ఉపయోగింపబడును. అదియే మనముపయోగించు స్కాంత పదార్థము.

ధ్రువములు:—

స్కాంతము వ్రేలాడదీయబడినప్పుడెల్లను, ఉత్తర దక్షిణ దిక్కులనే సూచించుటచే, దానియొక్క, ఉత్తరదిక్కు చూపుకొన ''ఉత్తర ధ్రువము'' అనియు, దక్షిణమును చూపుకొన 'దక్షిణధ్రువము'' అనియు నామకరణము జేయబడినవి.

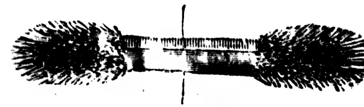
ధ్రువములస్నేహము, వైరము.



72 వ పటము.

ఒక అయస్కాంతమును కఱ్రయొక్క కొనమీద నిల్పి, స్వేచ్ఛగా దిరుగునట్లు జేసిన అది యుత్తర దక్షిణముల జూపును. ఈ అయస్కాంతముయొక్క యుత్తర ధ్రువము నొద్దకు మరియొక స్కాంతముయొక్క యుత్తర ధ్రువమును తీసికొని రమ్ము. అప్పుడు కదులుచున్న మొదటి అయస్కాంత

ముయొక్క యుత్తరధ్రువము దూరముగా పోవును. చేతిలోని అయస్కాంతమును దానియొద్దకు తెచ్చినకొలదిని అది వెనుకకు బోవును. 72వపటము చూడుము. చేతిలోని అయస్కాంతముయొక్క దక్షిణ ధ్రువమును మొదటి అయస్కాంతముయొక్క దక్షిణ ధ్రువమువద్దకు తీసికొనిపొమ్ము, అదియు వెనుకకుబోవును. ఇక చేతిలోని అయస్కాంతముయొక్క దక్షిణధ్రువమును మొదటి అయస్కాంతము యొక్క ఉత్తరధ్రువమువద్దకు తీసికొని పొమ్ము. అప్పుడేమగును? గ్రుఢస్నేహముగల మిత్రులవలె నారెండు ధ్రువములును కలిసికొనును. అనగా చేతిలోని దక్షిణధ్రువము, మొదటి అయస్కాంతముయొక్క ఉత్తర ధ్రువమును ఆకర్షించుకొనును. చేతిలోని అయస్కాంతముయొక్క ఉత్తరధ్రువమును మొదటిఅయస్కాంతముయొక్క దక్షిణ ధ్రువమువద్దకుదెచ్చిన నదియు చేతిలోని ఉత్తరధ్రువమును కలిసికొనును. ఈ ప్రయోగమువలన నేమి తెలియుచున్నది? అయస్కాంతముల యొక్క భిన్నధ్రువములకు స్నేహమును సమాన ధ్రువములకు వైరమునుకలదు. భిన్నధ్రువములొకదానినొకటి యాకర్షించును. సమానధ్రువము లొకటిని మరియొకటి నిరాకరించును అనగా త్రోసివేయును. జ్ఞాతులకు వైరముండుట సహజముగదా?



73 వ పటము.

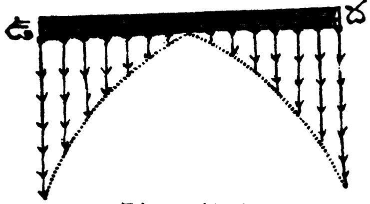
ఒక అయస్కాంతమును ఇనుపపొట్టులోపడవైచి లేవనెత్తుము. కుప్పలు కుప్పలుగా రెండు కొనలయందును ఇనుపముక్కలు అంటుకొనును.

అవి మధ్యకువచ్చిన కొలది తక్కువై తుదకు నట్టనడుమ కొంచెమైన అంటుకొనవు.

ఈ ప్రయోగమును మరియొకవిధమున చేయవచ్చును.

ఒక పెద్దనిడుపైన కల్పితాయస్కాంతమును సంపాదించి, దాని చివరలను 74వ పటమునందు చూపబడినట్లు ఇనుపసూదులను అంటింపుము.

రెండుచివరలను సమానముగా అంటుకొనును. దీనివలన చివరల యందు ఎక్కువ ఆకర్షణశక్తి యుండునని తెలియుచున్నది. ఆశక్తి మధ్యకు పోయిన కొలది తక్కువగుచు తుదకేమియు లేక పోవును.



74 వ పటము.

అయస్కాంతము యొక్క ఏచోట నైననుగల యాకర్షణశక్తి, ఆచోట మోయబడు సూదుల సంఖ్యవలన తెలిసికొన వగును.

ఆకర్షణశక్తి ఎక్కువగానుండు రెండుకొనలును, "ధ్రువము" లన బడును. ఆకర్షణలేని మధ్యప్రదేశము "మధ్యపంక్తి" యనబడును. దాని ధ్రువములు భూమియొక్క ఉత్తరదక్షిణములను చూపించుటచే ఉత్తరమువైపు తిరుగు ధ్రువము 'ఉత్తరముచూపు ధ్రువము', దక్షిణపు వైపుతిరుగుధ్రువము 'దక్షిణముచూపు ధ్రువము' అని పిలువనగు. వానిని "ఉత్తరధ్రువము" "దక్షిణధ్రువము" అని వాడుదము.

"స్కాంతీకరణము."

(MAGNETISATION.)

స్కాంతీకరణమనగా అయస్కాంతములను చేయువిధము.

(i) ఒక పెద్ద అయస్కాంతమును, కుట్టుటకుపయోగించు సూదులను కొన్నిటిని సంపాదింపుము.

ఒకసూదిని బల్లమీద పెట్టుము; పెద్ద అయస్కాంతముయొక్క ఉత్తరధ్రువమును సూదిబెజ్జముమీద పెట్టి, కొనవైపునకు నొక్కిలాగుము.

చివరకు వచ్చినప్పుడు అయస్కాంతమును ఎత్తి తిరిగి బెజ్జముమీద బెట్టి లాగుము. ఈ విధముగా 20, 30 సార్లు లాగుము. అప్పుడు ఆసూదిని చిన్న బెండునకు గుచ్చి నీటిలోపడ వేయుము. లేక సన్నని దారమునకుగట్టి వ్రేలాడదీయుము. అది ఉత్తర దక్షిణములకు తిరుగును.

75 వ పటము.

కాబట్టి యినుప ముక్కను, అయస్కాంతముచే ఒకేవైపుగా కొన్ని సార్లురాచిన, దాని ఒరయికచే, ఆ యినుముగూడ అయస్కాంతమగును. అది రెండు ధ్రువములు గల్గి, వ్రేలాడదీసినప్పుడు ఉత్తరదక్షిణములను చూపుచుండును.

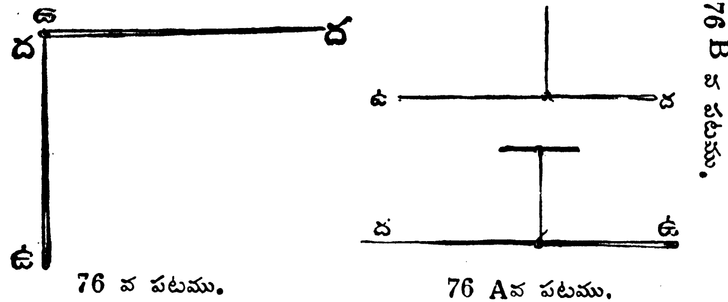
ఇట్లు అయస్కాంతమును చేయుట "ఏకస్పర్శ స్కాంతీకరణము" (Magnetisation by single touch) అనబడును. అప్పుడు మొదట తగిలిన కొన అయస్కాంతముయొక్క 'సమాన' (Like) ధ్రువముగాను, రెండవకొన అయస్కాంతముయొక్క 'భిన్న' (Unlike) ధ్రువముగాను, అగును.

(ii) రెండు అయస్కాంతములయొక్క భిన్నధ్రువములను (Unlike poles) సూదియొక్క మధ్యనుంచి రెండుచివరలకు రాచిన గూడ, ఆ సూది అయస్కాంతమగును.

అప్పుడు ఉత్తరధ్రువముతో రాచినచివర దక్షిణ ధ్రువముగాను దక్షిణధ్రువముతో రాచినచివర ఉత్తర ధ్రువముగాను, ఈ రెండు ధ్రువములును కలియు మధ్యభాగము, "మధ్యపంక్తి"గాను అగును.

ఇట్లుచేయుట "భేదస్పర్శ స్కాంతీకరణము" (Magnetisation by Divided touch) అనబడును.

ఈ రెండువిధములలో నేవిధమునైనను రెండు సూదులను స్కాంతీకరణము చేయుము. అట్లుచేయుటలో వానిబెజ్జములు రెండును ఉత్తర ధ్రువములుగా జేయుము; అప్పుడు వానికొనలు రెండును దక్షిణధ్రువము లగును.



76 వ పటము.

76 A వ పటము.

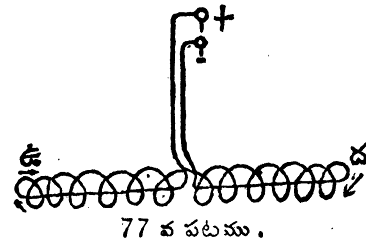
76 B వ పటము.

ఆ రెంటిని రెండుసన్నని దారములవల్ల వ్రేలాడదీయుము.

ఆ రెండు బెజ్జములను దగ్గిరగా జేర్పుము. అవి ఒకదాని నొకటి "నిరాకరించును." ఆ రెండును దగ్గరకురావు. రెండుకొనలను చేర్పుము: ఇవియు నొకదానినొకటి నిరాకరించును. కాబట్టి (*a*) ఇవి సమాన ధ్రువములగుటచే (Like poles) సమానధ్రువము లొకదాని నొకటి నిరాకరించునని తెలియును. ఇదియే "స్కాంత నిరాకరణము" (Magnetic repulsion). ఇప్పుడు ఒకదాని బెజ్జమును రెండవదాని కొనను చేర్పుము. ఆ రెండును దగ్గరకువచ్చి ఒకదానినొకటి గట్టిగాపట్టుకొనును. అనగా ఆ రెంటికిని ఆకర్షణగలదని దెలియుచున్నది. కాబట్టి (*b*) అవి భిన్న ధ్రువములు గనుక, (unlike poles) భిన్న ధ్రువములకు ఆకర్షణ కలదని మనకుదెలియును. ఇదే "స్కాంతాకర్షణము" (Magnetic attraction). ఈ రెంటిని "స్కాంతాకర్షణ" "స్కాంతనిరాకరణ" సూత్రములని చెప్పవచ్చును.

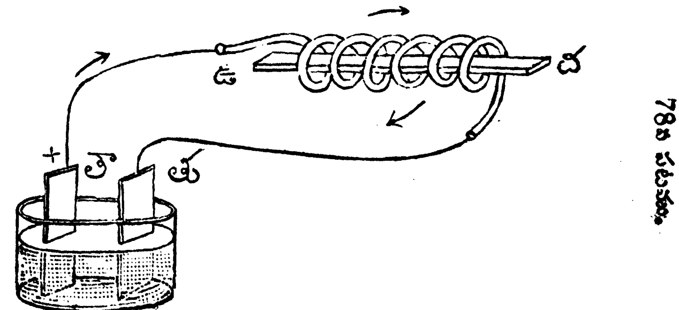
విద్యుత్ స్కాంతీకరణపద్ధతి.

ఇటీవల 'విద్యుత్తు'చే ఉక్కును, ఇనుమును అయస్కాంతముగా మార్చుచున్నారు. ఇనుప తీగలో 'విద్యుత్ప్రవాహము' వలన లోహచుంబకముయొక్క గుణములువచ్చును. అనగా నాతీగెకు ఇనుప తునకలువచ్చి యంటుకొనును. ఆతీగె దక్షిణోత్తర దిక్కులను చూపును.



77 వ పటము.

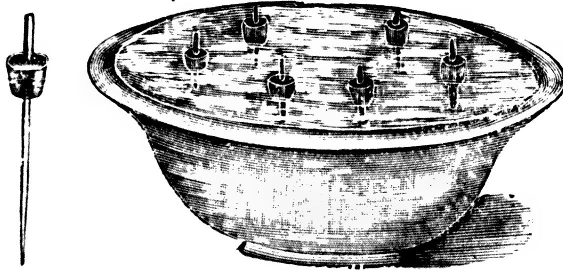
ఈవిషయమును ప్రయోగమూలముగా జూపుటకు నొకతీగెను తీసికొని దానిని 77వపటములో చూపినట్లు గుండ్రముగా చుట్టి దానిని వ్రేలాడగట్టుము. అందుండి ప్రావాహిక విద్యుత్తు ప్రవహించునటు చేయుము. అందు ప్రవాహము ప్రవేశించిన తోడనే ఆ తీగయందు స్కాంత గుణములు కలుగును. అందలి యుత్తరధ్రువమువైపు చూచిన యెడల అందు విద్యుత్తు ఎడమువైపునుండి కుడివైపునకు అనగా గడియారపు ముల్లుపోవు మార్గమునకు వ్యతిరేకమార్గముగా పోవుచుండును. పటము చూడుము. దక్షిణ ధ్రువమువైపు చూచిన యెడల దానియందు విద్యుత్తు కుడివైపునుండి యెడమ వైపునకు పోవుచుండును.



78వ పటము.

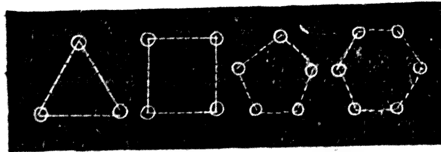
విద్యుత్ప్రవాహ మాగిపోయినప్పుడు తీగయొక్క స్కాంతభావముగూడ పోవును.

ఇట్లుచేయబడిన గుండ్రని తీగెలో ఉక్కుకడ్డిగాని, ఇనుప కడ్డిగాని పెట్టిన వానికిగూడ స్కాంతభావముప్రాప్తించును. తీగెలోవిద్యుత్తున్నంతవరకు ఇనుపకడ్డిలో స్కాంతభావముండును. ప్రవాహము పోయినతోడనే స్కాంతభావముపోవును. ఉక్కుకడ్డి స్థితి యట్టిదికాదు. ఒక్కసారి దానికి స్కాంతభావము ప్రాప్తించిన యెడల నాస్కాంతభావము అందు శాశ్వతముగానుండును. ప్రస్తుతము మనము చూచు అయస్కాంతములిట్లుచేయబడినవి. ఈస్కాంతీకరణపద్ధతి 78వ పటమువలన బాగుగ తెలియును.



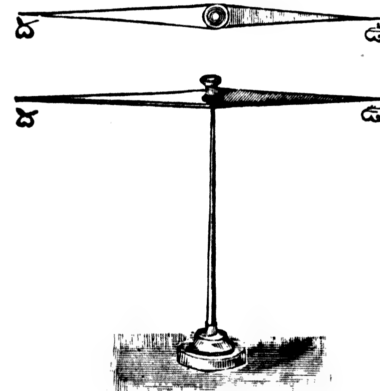
79 వ పటము.

స్కాంతీకరణము చేయబడిన సూదులను కొన్నిటిని, చిన్నచిన్న బెండు ముక్కలకుగ్రుచ్చి వానిని నీటిలో నిలువుగా తేలునట్లుజేసి వాని సమాన ధ్రువములు నీటిపైన నుండునట్లుగూడ చేయుము. మూటిని నీటిలో వేయుడు. ఆమూడును సమత్రిభుజము (Equilateral Triangle) యొక్క కోణములుగా నేర్పడును. నాలుగు వేసిన సమ చతుర్భుజము (Square) యొక్క కోణములుగా నేర్పడును. ఐదైన సమపంచభుజము (Regular Pentagon) యొక్క కోణములుగా నేర్పడును. అయస్కాంతములు వాని యుపయోగములనుబట్టి భిన్నాకారములుగా జేయబడును. అందుముఖ్యమైనవి.



80 వ పటము.

1. "సూదివంటి అయస్కాంతము."



81 వ పటము.

ఇది సన్నని కొనలు గలిగి 80వ పటములో జూపిన యాకారము కలిగియుండును. దీనికి నడుమ చిల్లిగలదు. దీనిని ఒక యాధారమునకు గ్రుచ్చెదరు. ఇట్టివి జేబు గడియారపు గొలుసులనుండి వ్రేలాడు చిన్న బిళ్లలు, నావికుల 'దిక్సూచి' మొదలైన వానియందుపయోగింప బడును.

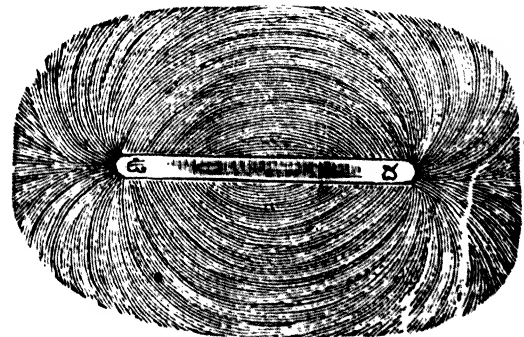
(2) కొన్ని, పొడవు, వెడల్పు, దళసరి, గల దిమ్మలవలె జేయబడును.

(3) కొన్ని గుర్రపు నాడముల యాకారముగా జేయ బడును.

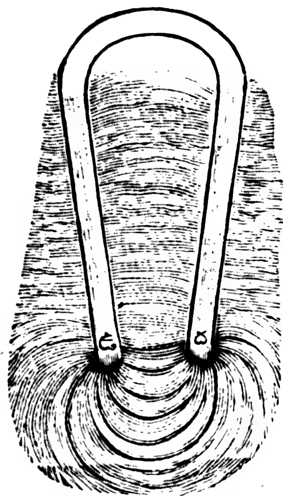


81 వ A పటము.

దీని రెండుధ్రువములును దగ్గరగానుండును. ఆ రెంటినికలుపుచు నొక యినుప ముక్కయుండును. దాని యుపయోగము అయస్కాంతముయొక్క శక్తిని పోకుండునట్లు జేయుట. 83 వ పటము చూడుము.

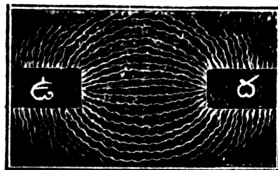


82 వ పటము.

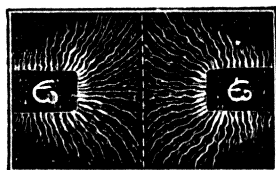


రెండు నిడివైన అయస్కాంతములను దీసికొని, వాని సమాన ధ్రువములను అంగుళము దూరములో బెట్టి వాని పైని నొక కాగితమును బెట్టి యినుప పొడిని చల్లుము. ఆపొడి 84 వ పటములో నున్నట్లుండును.

83 వ పటము.



85 వ పటము.



84 వ పటము.

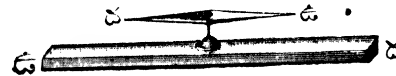
వానిభిన్నధ్రువములను దగ్గరగా బెట్టి యినుపపొడిచల్లుము. అప్పుడు ఈపై విధముగా 85 వ పటమునందువలె నుండును

83 వ పటము గుఱ్ఱపు నాడమువంటి యాకారము గల అయస్కాంతము మీద ఇనుపపొట్టుచల్లినప్పటిస్థితి.

పైపటములనుబట్టి లోహచుంబకశక్తి అయస్కాంతధ్రువములనుండి పంక్తులుగా ప్రసరించుననియు, అందుకొన్ని పంక్తులకు సమానస్వభావము గలిగి ఒకదానినొకటి ఆకర్షించుననియు, మరికొన్ని భిన్నస్వభావము గలిగి ఒకదానినొకటి నిరాకరించుననియు తెలియును. మరియు నిరాకరణ

పంక్తులు సమానధ్రువములనుండియు ఆకర్షణపంక్తులు భిన్న ధ్రువముల నుండియు ప్రసరించుననిగూడ తెలియుచున్నది.

చిన్నసూదివంటి అయస్కాంతమును, ఒక పెద్ద అయస్కాంతమును సంపాదించి, పెద్దదానియొక్క మధ్యపంక్తిమీద, చిన్నదానిమధ్యపంక్తియుండు నట్లుగా పటమునందు చూపబడినట్లు పెట్టుము. పెద్దదాని ఉత్తర, దక్షిణ ధ్రువములు భూమియొక్క దిక్కులను చూపునట్లు పెట్టిన, చిన్నది పటమునందు చూపినట్లునిలుచును. దానిని కదలించినను తిరిగి మొదటి ప్రదేశమునకు వచ్చినిలుచును. ఇప్పుడు పెద్దస్కాంతమును తూర్పు పడమరలకు త్రిప్పిన, చిన్నది గూడ దానితోసరిగా తిరుగును. పెదవెట్లుండిన చిన్నదిగూడ నట్లేయుండును.



86 వ పటము.

కాబట్టి చిన్నదియుండుస్థలమును, అదిచూపువైపును, పెద్దదానినిబట్టి యుండునని తెలియుచున్నది.

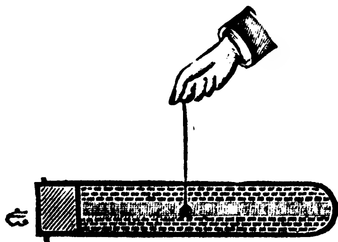
చిన్న సూదివంటి అయస్కాంతమును వ్రేలాడదీసినగాని, దేని మొనమీదనైన నిలిపినగాని ఎప్పుడును ఉత్తర దక్షిణముల నేచూపును.

అట్లు చూపుటకు, దాని క్రింద, దానిని వశముచేసుకొనునట్టి పెద్ద అయస్కాంతమొకటి, పైనచెప్పినదానినిబట్టి యుండి యుండవలెనని తెలియుచున్నది. అట్టిఅయస్కాంతమేదైన దాని క్రిందయున్నదా? భూమియే అట్టి పెద్ద అయస్కాంతము. అందుచేతనే దాని మీదనుండు అయస్కాంతము లన్నియు, దానిశక్తికిలోబడి, ఎల్లప్పుడును ఒకే దిక్కును సూచించుచుండును. అయస్కాంతముయొక్క సమీపముననున్న ఇనుపముక్కలన్నియు ఆసమయమున స్కాంతభావమును వహించి, వానికి నితర ఇనుపముక్కలను ఆకర్షించుశక్తిగలుగుటయు, ఆశక్తి, పెద్దస్కాంత మున్నంతవరకే యుండుటయుమన మెరుగుదుము. అనగా, ఆపెద్దఅయస్కాంతము వానిలో నీశక్తిని

ప్రేరేపించుచున్నదని తెలియుచున్నది. అట్లే భూమి అయస్కాంతముగా నున్నంతకాలము, దానిమీదనుండు అయస్కాంతములన్నియు ఉత్తర దక్షిణములు చూపించును. భూమి అయస్కాంతము గానియెడల అవి వాని యిష్టానుసారము తిరిగి, దిక్కులను చూపించు శక్తిని పోగొట్టుకొనును.

లోహచుంబకశక్తి; దానిస్వభావము.

శోధననాళిక (Test tube) నిండ ఇనుపపొడిని పోసి దానికి బిరడా పెట్టుము. పెద్ద అయస్కాంతమును తీసికొని, దానివలన ఈగొట్టమును రాయుము. అట్లు కొన్నిసార్లుచేసినతరువాత ఆయినుపపొడి నిలువుగా తిరిగి ఆగొట్టముయొక్క ఒక చివర ఉత్తర ధ్రువముగాను, రెండవ చివర దక్షిణ ధ్రువముగాను అగును. మధ్యభాగము ఆకర్షణ లేకయుండును. అనగా ఈ ముక్కలన్నియు కలిసి యొక స్కాంతము అయినదని తెలియుచున్నది. ఇవన్నియు మొదట అల్లకల్లోలముగానుండి, ఒకదానిపైనొకటి పడియుండెను. తరువాత అవన్నియు ఒకవైపునకుతిరిగి, క్రొత్తశక్తిని వెల్లడి చేయుచున్నవి. ఈశక్తి, పెద్ద అయస్కాంతమువలన ప్రేరేపింపబడినది. ఇట్లే, ప్రతి స్కాంత పదార్థమును అణువులుకలిగి అవి అన్నివిధముల తిరిగియుండుటచే వాని శక్తులు ఒక దానినొకటి అణచి వేసి మొత్తము మీద నేమియు లేక యుండునట్లు చేయును. అయస్కాంతముతో



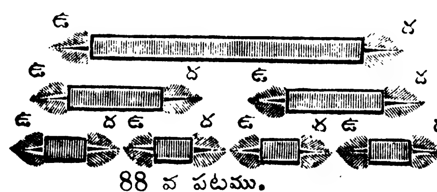
87 వ పటము.

రాయబడినప్పుడు అవి సరిగాతిరిగి ఉత్తరధ్రువములన్నియు నొకవైపునకును, దక్షిణధ్రువములన్నియు మరొకవైపునకునుతిరిగి ఒక దానికొకటి సహాయపడి తుదకు రెండు ధ్రువములు గలిగి, వానియందు ఆకర్షణకలిగి ఒక

అయస్కాంతమగును. దీని మొదటి స్థితిని సేనాధిపతిలేని సేనయొక్క స్థితికి పోల్పవచ్చును. సేనానిలేనంతవరకు, సేనలోని వారందరు, ఒకరికొకరు తోడ్పడక ఒకరితోనొకరు కలహించి, శత్రువును జయింపలేక పోదురు. సేనానివచ్చిన వారొకరికొకరు సహకారులై శత్రువును సులభముగా పరిమార్చివేయుదురు. ఇక్కడ, పెద్ద అయస్కాంతము సేనను మంచిస్థితిలోనికి తెచ్చిన సేనానివంటిది.

దీనినిబట్టి ప్రతి అణువును అయస్కాంతమగుచున్నదని తెలియును. దానిని పరిశీలించుటకు ఈక్రిందిప్రయోగము చేయుము. సూదిని అయస్కాంతముచేసి, దానిని మధ్యకు విరువుము; ప్రతి ముక్కయు, చిన్న అయస్కాంతమగును; తిరిగివిరిచిన, ఆ చిన్నవిగూడ చిన్న అయస్కాంతములగును. ఇట్లు ఎంత దూరము మనము విరుగుచుపోయినను, అట్టి ప్రతిముక్కయు, రెండు ధ్రువములును మధ్య పంక్తియుగల అయస్కాంతమైయుండును.

ప్రతివస్తువును అయస్కాంతముగాజేయుటకువీలులేదు; కొన్ని మాత్రమే ఆశక్తిని గ్రహించ గలవని యిదివరకే చెప్పబడినది. అవి ఇనుము, నికెల్ అను లోహములు.



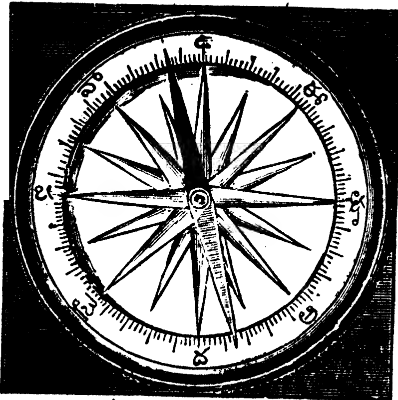
88 వ పటము.

నావికుల దిక్సూచి.

MARINER'S COMPASS.

అయస్కాంతమునందు ధ్రువానువృత్తి (Polarity) గలదు. అనగా దానిధ్రువమొక్కటి యెప్పుడును ఉత్తర దిక్కునకును, మరియొకటిదక్షిణ దిక్కునకును తిరుగును. అయస్కాంతముయొక్క యీ గుణమును నావికులు తమపనికై యుపయోగించెదరు. సముద్రముమీద వందల కొలది మైళ్లు ప్రయాణము చేయవలసిన వారికి దిశలు చక్కగ తెలియుట యత్యంతావశ్యకము. సూర్యోదయ సూర్యాస్తమయములవలన పగలు దిశల

సెరుగవచ్చును. రాత్రి నక్షత్రములవలన కొంతవరకు తెలిసికొనవచ్చును. కానిమధ్యరాత్రి యాకాశము మేఘాచ్ఛాదితమై, చిమ్మనిచీకటితో సముద్రమంతయు నిండియున్నప్పుడు నావికులకు దిశలు తెలియుటెట్లు? దిశలు తెలియని యెడల నాయోడ తప్పు త్రోవనుబోయి నాశమందవలసినదే కదా? అట్టి సమయములయందు అయస్కాంతము వారికి మిక్కిలి యుపయోగకరము. దానివలన వారికి మనమిట్టి దిశను బోవుచున్నాము గదా యని తెలియును. కావున నావికులు ఈఅయస్కాంతమును వెంటనుంచుకొని యెదరు. నావికుల అయస్కాంతముయొక్క పటము ఈ క్రిందచూపబడినది. పటము చూడుము. బరిణవలె గుండ్రముగానుండు ఒక పెట్టెలో సూది వంటి యాకారముగలయొక అయస్కాంతముండును. అదిసన్నని ముల్లుమీద తిరుగుచుండును. దాని క్రింద గుండ్రని యట్టగలదు. ఆయట్ట మీద గీట్లు గీయబడి అందు 'ఉత్తరము' 'దక్షిణము' 'తూర్పు' 'పశ్చిమము' అను దిశలును 'ఐశానము', 'ఆగ్నేయము', 'నైరృతము' 'వాయవ్యము' అను మూలలును, దిశలకు మూలలకు నడుమనుండు మూలలును, ఇంకను చిన్న మూలలును గుర్తులతో వ్రాయబడియుండును. ఈగుర్తులమీద అయస్కాంతపు ముల్లు తిరుగుచుండును. ముల్లు ఎప్పుడును ఉత్తర దక్షిణములనే కనబర్చును. ఓడ ఉత్తరమునకు బోవుచున్నప్పుడు ముల్లుయొక్క యుత్తరధ్రువము సరిగ అట్టమీది 'ఉ' అను ఉత్తరదిశయొక్క గుర్తుమీద నుండును. పడవ మరియొక దిక్కునకు తిరిగినప్పుడు అట్టయు తిరుగును. కాని ముల్లుమాత్రముతిరుగదు. కావున దిశ మారిన సంగతి కనుగొనవచ్చును.



89 వ పటము.

చతుర్థాధ్యాయము.

విద్యుత్

ELECTRICITY.

"ఘర్షణవిద్యుత్"

(Statical electricity).

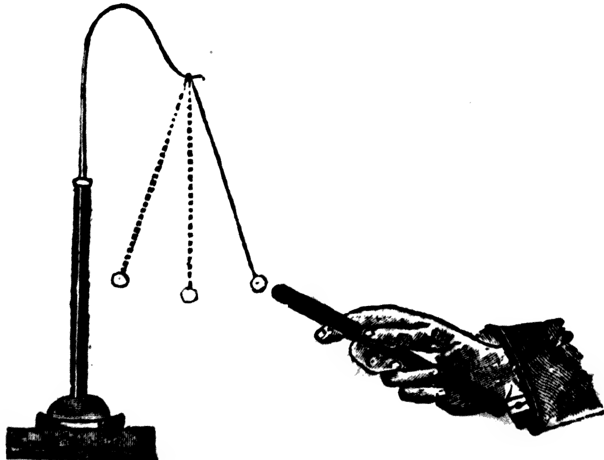
ఈ గ్రంథముయొక్క పూర్వభాగమునందు "శక్తి" యన నేమియో చెప్పబడినది. ఈ శక్తి యనునదియే, జడములైన పదార్థములయందు మార్పును బుట్టించుచున్నది. దీని సామర్థ్యము పదార్థముండినగాని కనుపడదు. వేడిమిగాని, ప్రకాశముగాని, పదార్థసంపర్కము గలుగనిచో గోచరింపవు. ఈ ప్రపంచమునందుగల పదార్థమునకు మార్పుకలుగునుగాని వినాశముగలుగ నేరదు. మనము ప్రతిదినమును కాల్చు వంటచెరకు, బొగ్గుపులుసు గాలిగా మారినదిగాని వినాశముజెందలేదు. ఇట్లే శక్తిగూడ వినాశము జెంద నేరదు. మనము ఒక చేతిని రెండవ చేతితో తోమిన, వేడిమిపుట్టును. అనగా మనముపయోగించు దేహశక్తి, ఉష్ణముగా మారినదిగాని వినాశము జెంద లేదు. ఈ విషయము చదువరులకు తెలిసియే యున్నది.

ఉష్ణము, ప్రకాశము, అనునవిరెండును శక్తులని చెప్పబడినది. ఇట్టి శక్తి మరియొకటిగలదు. ఆశక్తివలన, వార్తలను వాయువేగ మనోవేగముతో బంపుట, బండ్లునడిపించుట, శబ్దమును వందలకొలది మైళ్లమీదికి తీసికొనిపోవుట మొదలైన యనేక పనులను జేయింపవచ్చును. అట్టి శక్తి 'విద్యుత్' అనబడును. 'విద్యుత్' అనగా ఉరుము మెరుపులను బుట్టించునొకశక్తి. ఈ శక్తిగూడ ప్రకాశము, ఉష్ణమువలెనే, పదార్థముయొక్క అణుకంపనవలన గలిగి, ఆకాశమును యానము (medium) గుండ ప్రసరించును. అట్టి శక్తిని గూర్చి యీయధ్యాయమునందు చెప్పబడును.

మనపూర్వులకు 'తృణగ్రాహి' లేక 'తృణమణి' యను పదార్థము తెలిసియున్నది. దానికాపేరువచ్చుటకు కారణము, దానిని రోమ సంబంధమైన గుడ్డతోరాచినప్పుడు, దానికి తృణములు, కాకితపు తునుకలు మొదలైన వానిని ఆకర్షించునట్టి శక్తి దానికి కలుగుటయే. దానిని హూణభాషలో "అంబర్"(amber) అందురు. ఇది లక్కవంటి పదార్థము. ఆపదార్థమువలన కలుగుటచేతనే, విద్యుత్తునకు ఇంగ్లీషులో "ఎలెక్ట్రిసిటి" (electricity) అను నామము గలిగినది. అట్టి పదార్థముల ఘర్షణవలన జన్యమగుటచే దానికి "ఘర్షణవిద్యుత్" అను పేరుగలదు.

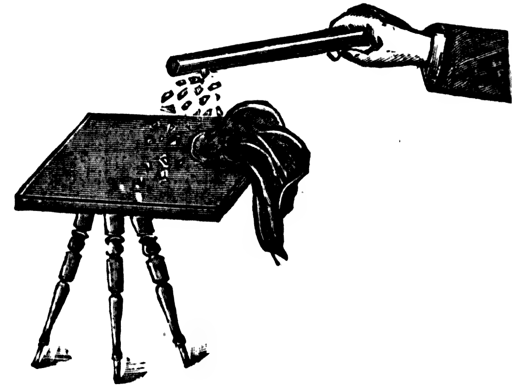
విద్యుత్తు ఘర్షణమువలన పుట్టుట.

ఒక అడుగు పొడుగుగల యొకగాజుఖడ్డిని ఒకలక్కఖడ్డిని, ఒక బెండుబంతిని, సన్నని పట్టుదారమును, గాజుగొట్టముగల దిమ్మను సంపాదించుము. పట్టుగుడ్డను, కంబళిగుడ్డను (Fla nel) గూడ జాగ్రత బెట్టుము. వానితోనీక్రింది ప్రయోగములను జేయుము. ప్రయోగముచేయుటకు పూర్వము వీనినన్నిటిని ఎండలో బెట్టుము. అట్లుబెట్టుటకు కారణము ముందు దెలియగలదు. 90 వపటములో చూపిన ప్రకారము బెండును పట్టు



90 వ పటము.

దారమునకు గట్టి గాజు దిమ్మకు వ్రేలాడ గట్టుము. లక్కఖడ్డిని ఫ్లానల్ గుడ్డతో గట్టిగాతోమి, దానియొక్క తోమినభాగమును, 91 వ పటములో చూపినట్లు కాగితపు ముక్కలవద్దకు కాని, 90 వ పటమునందలి బెండువద్దకుగాని తెమ్ము; ఆకాగితపుముక్కలును, ఆబెండును, లక్కఖడ్డివలన నాకర్షింప బడును. అవి చేరువకువచ్చిన కొద్దికాలములోనే నిరాకరింపబడును. దీనివలన లక్కఖడ్డిని కంబళిగుడ్డతో (ఫ్లానల్‌తో) తోమినప్పుడు, ఆరాపిడివలన దానియందు యొక శక్తిప్రవేశించి, ఆశక్తి కాగితము, బెండు మొదలైన చులుకని పదార్థములను, మొదట ఆకర్షించి, వెంటనే నిరాకరించును, అని తెలియుచున్నది.



91 వ పటము.

ఇప్పుడు, గాజుఖడ్డిని పట్టుగుడ్డతోతోమి, పైని నిరాకరింప బడిన బెండు వద్దకు తీసికొనిరమ్ము. గాజుఖడ్డి దానిని ఆకర్షించును; అనగా లక్కచే నిరాకరింపబడిన బెండును గాజు ఆకర్షించును. అట్లె మొదట గాజుతో దానినితాకి తరువాత లక్కను దానిచెంతకు దెచ్చిన, నది ఆకర్షింపబడును.

దీనినిబట్టి, లక్కను ఫ్లానల్ చేతను, గాజును పట్టు చేతను తోమినప్పుడు వానియందు రెండు విధములైన శక్తులు ప్రవేశించును, అని మనమూహింపవచ్చును. ఆరెండును 'విద్యుత్' శక్తియేగాని, వేరుగుణములు కలిగియుండుటచే నందు, మొదటిదానిని 'ఋణవిద్యుత్తు' (Negative electricity) అనియు, రెండవదానిని 'ధనవిద్యుత్తు' (Positive electricity) అనియు పిలువనగు.

పైప్రయోగమునందు బెండును పట్టు దారమునకు గట్టుటచే నందు ప్రవేశించిన శక్తి యందేయున్నది. పట్టునకు మారుగా, నూలుదారమును గాని, ఏదైన లోహపు తీగెనుగాని గట్టిన ఆశక్తి యందుండక మాయమగును. అందుచేత బెండు ఎప్పటికప్పుడు ఏమియు శక్తి పొందని దానివలె యుండును. అనగా పట్టుమొదలైనవి యాశక్తికి వాహకములు గావనియు నూలు, లోహములు మొదలైనవి దానికి వాహకములనియు తెలియును. దానికి వాహకములుగానివానిలో నది ప్రవహింపనేరదు; అందుచే లక్కలోను, గాజులోను, తోమినచోటతప్ప మరెక్కడను, శక్తిగానరాక, తోమినచోటమాత్రమే యుండును. ఆ కారణముచేతనే లోహమును ఎంతసేపు తోమినను ఈశక్తికనుపించదు; దానినిబట్టి యాశక్తి జనింపలేదని చదువరులు అభిప్రాయపడగూడదు; అది, ఘర్షణము (ఒరయిక లేక రాపిడి) గల ప్రతిచోటను జనించును. ఆజనించుట దానికి వాహకములైన పదార్థములయందు జనించినట్లయిన నది యంతగా కనపడదు.

కాబట్టి పదార్థములను 'విద్యుత్ వాహకము' (conductors) లనియు 'అవిద్యుత్ వాహకములు' (non-conductors) అనియు రెండు భాగములుగా విభజింపనగు.

విద్యుత్ వాహకములు:—లోహములు, ద్రావకములు, నూలు, కర్ర, మనుష్యశరీరము, భూగోళము, ఆవిరి, మొదలైనవి.

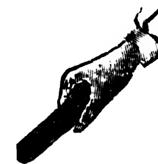
అవిద్యుత్ వాహకములు:—జలము, పట్టు, గాజు, లక్క, గంధకము మొదలైనవి.

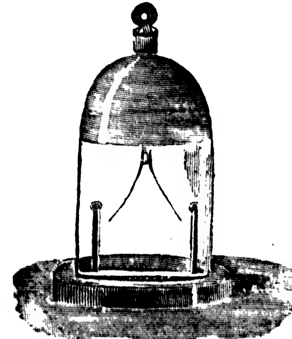
విద్యుత్ సూచకములు.

90వ పటమునందలి బెండుబంతిని విద్యుత్ శక్తిని సూచించుట కుపయోగించితిమి. దానిని ఆకర్షించుటచే గాని, నిరాకరించుటచే గాని యొకానొకవస్తువు నందు ఆశక్తిగలదని, లేదని చెప్పవచ్చును. కాబట్టి అది ఒకవిధమైన, "విద్యుత్ సూచకము". దీనికంటె సున్నితమైన విద్యుత్ సూచకములు కొన్నిగలవు. అందు ముఖ్యమైనది,

"సువర్ణపత్ర విద్యుత్ సూచకము."

ఇది యొక కర్రదిమ్మ మీద నమర్పబడియున్న, అడుగులేని, గాజుబుడ్డి. దీని సన్ననిమూతికి బిరడాపెట్టబడి దానిమధ్యనున్నరంధ్రము గుండ ఒక యిత్తడి ఖడ్డియుండును. దానియొక్క బయట నుండు చివరకు ఒకయిత్తడి బిళ్లగాని, గుండుగాని అమరియుండును. దానిలోపలి చివరకు రెండు సువర్ణ పత్రములు అంటించియుండును. విద్యుచ్ఛక్తిగల యేవస్తువునైనను, దీని చెంతకు దీసికొనివచ్చిన, ఆ శక్తి దీనియందుచొచ్చి, సువర్ణపత్రములకు పోవును; ఆ రెండును ఒకే విధమైనవిద్యుత్తుచే పూరితములగుటచేత ఒక దాని నొకటి నిరాకరించి, రెండు పత్రములును విడిపోయి





92 వ పటము.

దూరముగా బోవును. ఆ బంగారపు రేకులు మిక్కిలి సున్నితమయినవగుటచే, ఎంత చిన్న శక్తియైనను వానిచే సూచింపబడును. కాబట్టి వాని చలనము మనకు ముఖ్యాధారముగా నున్నది. దీనినిగూర్చి ముందు సవిస్తరముగా జెప్పనగును.

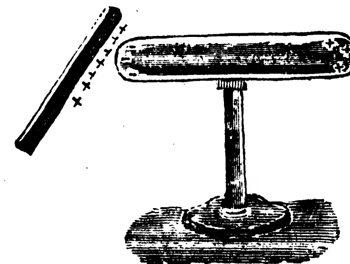
ఇత్తడి చెంబులో వేడినీరు పోసి, దానిని తాకునట్లుగా మరియొక చల్లని నీరుగల చెంబును పెట్టిన, కొంతసేపటికి, వేడినీరు చల్లనై, చల్లని నీరుకొంచెము వేడెక్కును. ఈ రెండు చెంబులయందును "ఉష్ణతామాపక"ను పెట్టిచూచిన, రెండును సమానమైన "ఉష్ణోగ్రత"ను సూచించును. అనగా మొదటిదానినుండి, రెండవదానిలోనికి రెండును సమాన స్థితికి వచ్చువరకు ఉష్ణము ప్రవహించి యుండవలెను. ఎత్తు ప్రదేశమున నొక పాత్రతో నీరుపెట్టి, క్రింద మరియొక పాత్రను బెట్టి, యీ రెంటికి నొక గొట్టముచే సంబంధము కలుగజేసిన, పైదానిలోనినీరు, క్రింద దానిలోనికి ప్రవహించును. ఆ ప్రవహించుట, రెంటియందును నీరు సమానమైన యెత్తునకు వచ్చువరకు ప్రవహించు చుండును. అట్లే ఒక విద్యుత్పూరితమైన వాహకమును, మరియొక వాహకముతో కలిపిన, ఆ రెండును విద్యుత్ వాహకములగుటచే, నా శక్తి యొకదానినుండి రెండవ దానిలోనికి ప్రవహించును. అట్లు ప్రవహించుట వలన, మొదటి దానియందు కొంత తగ్గును; ఆ తగ్గిన శక్తి రెండవ దానియందు ప్రవేశించును. విద్యుత్పూరితమైన యొక యిత్తడి గోళమును దీసికొని దానితో సమానమైన స్థూలము గల మరిమూటిని దానితో చేర్చిన మొదటిదానియందలి శక్తి యీ నాలుగింటి యందును సమానముగా సర్దుకొనును. అనగా ప్రతి దానియందును శక్తి మొదటిదానిలో నాలవపాలుండును. ఇందు శక్తి క్రొత్తగా జనించుటలేదు. ఉన్న ధనమును వడ్డీ వ్యాపారముజేసి వృద్ధిజేసికొను నట్లుగా నున్నదాని నుంచి వృద్ధి చేయుటయు లేదు. ఉన్నదానిని ఉంచి, శక్తిని వృద్ధిజేయుమార్గములు కొన్ని గలవు. అవి మనకు ఎక్కువ లాభకరముగా నుండును. గనుక వానిని విచారించి తెలిసికొనుట మనకు ముఖ్యముగా నావశ్యకము.

విద్యుత్ప్రేరణ.

ELECTRIC INDUCTION.

విద్యుత్ వాహకము నొకదానిని గాజు దిమ్మమీద అమర్చుము. అట్లు అమర్చుటచే అందలి విద్యుత్ చెదరిపోనేరదు. ఇప్పుడు పట్టుగుడ్డతో తోమిన గాజుఖడ్డిని దానికి తాకకుండ, సమీపమునకు తెమ్ము.

ఆగాజు ఖడ్డీయందు ధనవిద్యుత్తు ఉన్నది. అది వాహకములో విద్యుత్తును ప్రేరేపించును. అందువలన వాహకము యొక్క చివరలను బెండులు ఉన్నయెడల నిరాకరింపబడును. ఇప్పుడు ధన విద్యుత్తుగల బెండును, వాహకముయొక్క రెండు వైపులకును తీసికొనిపోయిన, గాజుఖడ్డీయున్న వైపున ఆకర్షింపబడి ఆవలి వైపున నిరాకరింపబడును. అనగా గాజుఖడ్డివైపున ఋణవిద్యుత్తును, ఆవలివైపున ధన విద్యుత్తును, ప్రేరేపింపబడినవని తెలియుచున్నది. ఇట్టిదానిని "ప్రేరేపితవిద్యుత్" (Induced Electricity) అని చెప్పుదురు. ఇందలి ధనవిద్యుత్ దేనిచేతను నాకర్షింపబడక, స్వేచ్ఛగా నుండుటచే "స్వేచ్ఛవిద్యుత్" అనబడును; ఋణవిద్యుత్, ధనవిద్యుత్తుచే నాకర్షింపబడి యున్నది. ఇప్పుడు ఆగాజు ఖడ్డిని దూరముగా తీసివేసిన, బెండుబంతులు తిరిగి వాహకమును తాకును; అనగా నందలి శక్తి పోయినదని తెలియును. గాజుఖడ్డిని తిరిగిదెచ్చిన తిరిగి ఆబెండులు నిరాకరింపబడును. ఈశక్తి గాజుఖడ్డి యున్నంతవరకు ఉండును. అది దూరముగా పోయినప్పుడు, ధనఋణములు రెండును కలిసి, ఒకదాని నొకటి నిష్ఫలము చేయును.



93వ పటము.

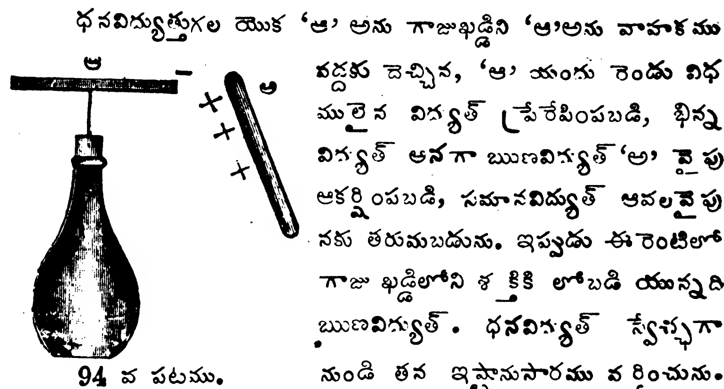
ఒకనికి వేయి రూపాయిలు ఆదాయమును వేయి రూపాయిలు అప్పును ఉండెనేని యతనిసొత్తెంత? ఏమియులేదని యర్థము. అట్లే ఋణధన విద్యుత్తులు కలిసిన నేమియు లేకపోవును. అనగా వానిమొత్తము సున్న.

గాజుఖడ్డి దగ్గరనున్నప్పుడు వాహకమును చేతితో తాకిన నందలి స్వేచ్ఛగానున్న ధనవిద్యుత్, మన శరీరము గుండా ప్రవహించి పోవును. ఇప్పుడు గాజుఖడ్డిని దీసివేసిన, అందలి ఋణవిద్యుత్ అంతటను వ్యాపించి తిరిగి బెండును నిరాకరించును. ఇప్పుడు వాహకము ఒకవిధమైనవిద్యుత్ మాత్రముచేతనే పూరితమైయున్నది. దీనినిబట్టి వాహకములను, ఒక విధమైన విద్యుత్ చేపూరించుటకు వీలుకలదని తెలియును. అట్లే దేనినైనను ధనవిద్యుత్ చే గూడపూరించవచ్చును; అట్లుచేయుటకు, వాహకము వద్దకు ఋణవిద్యుత్ గల పదార్థమును తేవలెను. కాబట్టి, ఏ వాహకము నైనను ఒక విధమైన విద్యుత్తుచే పూరింపవలెననిన దానివద్దకు, భిన్న విధమైన విద్యుత్తుచే పూరింపబడిన వస్తువును తేవలెను; తరువాత, ఆవస్తువు దాని సమీపమున నున్నప్పుడు, వాహకమును తాకి, స్వేచ్ఛ విద్యుత్తును దీసివేయ వలెను.

విద్యుత్ శక్తికిని, లోహచుంబకశక్తికినిగల భేదము.

ఏకధ్రువముగల అయస్కాంత ముండ నేరదని మనకు దెలియును. ఒక విధమైన విద్యుత్తుచే దేనినైనను పూరింపవచ్చును. అనగా ధన ఋణ విద్యుత్తులను రెంటిని వేరు చేయవచ్చును. ఈరెండును కలిసియున్నప్పుడు ఒకదానినొకటి నిష్ప్రయోజనము జేయుచుండును. ఈ రెండును, వేరు చేయబడినప్పుడు, వానిశక్తి గాన్పించును. అట్లు ఆరెంటిని వేరుచేయుట విద్యుత్ ప్రేరణయని జెప్పియున్నాము. ఈ ప్రేరణశబ్దము వలన, అగోచరముగానున్న దానిని గోచరించునట్లు జేయుటగాని, లేనిదానిని పుట్టించుటగాదని చదువరులు గ్రహించునది.

ధనవిద్యుత్తుగల యొక 'ఆ' అను గాజుఖడ్డిని 'అ' అను వాహకము వద్దకు దెచ్చిన, 'అ' యందు రెండు విధములైన విద్యుత్ ప్రేరేపింపబడి, భిన్న విద్యుత్ అనగా ఋణవిద్యుత్ 'అ' వైపు ఆకర్షింపబడి, సమానవిద్యుత్ ఆవలవైపునకు తరుమబడును. ఇప్పుడు ఈరెంటిలో గాజు ఖడ్డిలోని శక్తికి లోబడి యున్నది ఋణవిద్యుత్. ధనవిద్యుత్ స్వేచ్ఛగా నుండి తన ఇష్టానుసారము వర్తించును.



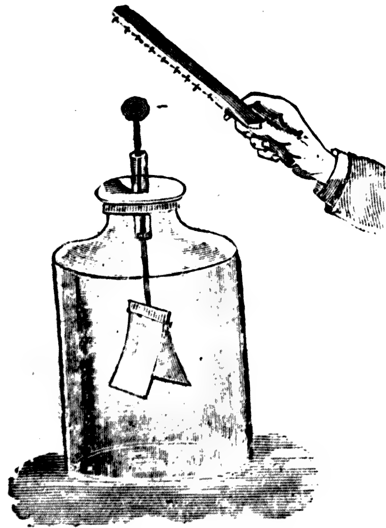
94 వ పటము.

వాహకమును చేతితో తాకిన, ఆస్వేచ్ఛగానున్న విద్యుత్ మనదేహము గుండ భూమిలోనికి ప్రవేశించును. ఋణవిద్యుత్ అట్లుచేయలేక సమీపముననున్న ధనవిద్యుత్తుచే నాకర్షింపబడి యున్నది. గనుక దానిని, 'దాస్యవిద్యుత్' అనియు, రెండవదానిని 'స్వేచ్ఛవిద్యుత్' అనియు చెప్పవచ్చును. స్వేచ్ఛవిద్యుత్ ఎప్పుడును ప్రేరేపించు విద్యుత్తునకు, సమాన భావము గలదిగానుండును; దాస్యవిద్యుత్ విరోధభావము గలదిగా నుండును. మనము చేతితో తాకుటకుమారుగా, దానిని ఏలోహపదార్థము వలనగాని తాకిన స్వేచ్ఛవిద్యుత్ అందు ప్రవేశించును. అది భూమికితగిలి యున్న భూప్రవేశమగును. కాబట్టి విద్యుచ్ఛక్తిని ఒకచో నుంచవలెనని, దానికి నేవాహక పదార్థముతోను, సంబంధములేక యుండునట్లు జేయవలెను.

విద్యుచ్ఛక్తిపూరితమైన యొకపదార్థమును, సువర్ణపత్రవిద్యుత్ సూచకమునకు తాకించిన ఆ శక్తి వలన సువర్ణపత్రములు ఛేదింపబడవచ్చును. సువర్ణ పత్రములు చెడిపోయిన తరువాత ఆసాధనము నిరుపయోగమగును. కాబట్టి యందు చిన్నశక్తిని మాత్రమే ప్రవేశపెట్టవలయును. అట్లు చేయుటకు 'శోధనగోళము' (Carrier ball) అవసరము; అది, పట్టు

దారమునకు చివరగట్టబడిన ఒకచిన్న ఇత్తడిగుండు. దారమును పట్టుకొని ఆగుండును విద్యుత్ పూరితమైన వాహకమునకు తాకించిన కొంచెము శక్తి యందులో ప్రవేశించును. ఇప్పుడు దానిని విద్యుత్ సూచకమువద్దకు దెచ్చిన, నందలి పత్రములు శక్తిని సూచించును; కొంచెముశక్తి ప్రవేశించుటచే నాపత్రములు ఛేదింపబడవు. స్వర్ణపత్రవిద్యుత్ సూచకము నుపయోగించుటకు, ముందుగా దానిని ఒకవిధమైన విద్యుత్ చే పూరించుట వాడుక గలదు. దాని నుపయోగించుమార్గ మీక్రింద వివరింప బడును.

95 వపటం.



96 వ పటము.

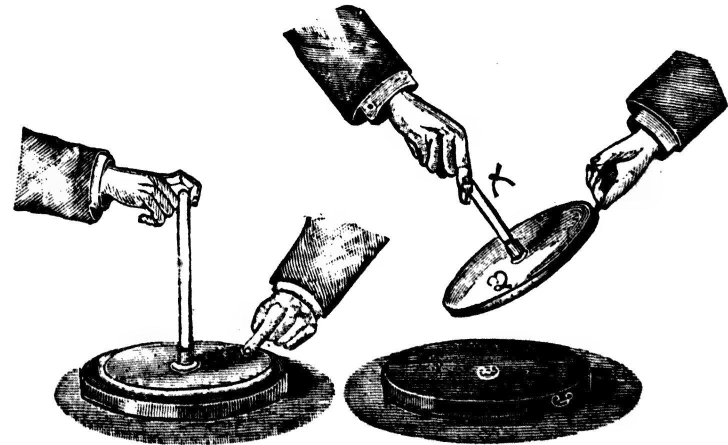
దానివద్దకు ధనవిద్యుత్తు గల గాజు ఖడ్డిని తెచ్చిన, దాని యందలి ధనఋణవిద్యుత్తులు వేరు చేయబడి, ఋణ విద్యుత్తు గాజు ఖడ్డివైపు ఆకర్షింప బడును. అప్పుడు ధనవిద్యుత్తు స్వేచ్ఛగా నుండును. సూచకమును, గుండు వద్ద తాకిన ఆ స్వేచ్ఛ విద్యుత్తు భూమిలోనికిబోవును. అందువలన సూచకము ఋణవిద్యుత్తుచే పూరితమైయుండును; ఈవిద్యుత్తు పత్రములలోగూడప్రవేశించుటచే, నవి యెడమగును. ఇప్పుడు గాజుఖడ్డిని దీసివేయవచ్చును. తరువాత సూచకమువద్దకు విద్యుత్తు పూరితమైన వస్తువునుదెచ్చిన, దాని పత్రిములు మరింత ఎడమగుటగాని, దగ్గరకు వచ్చుటగాని తటస్థించును. పత్రములు మరింత యెడమయిన సమానవిధమైన విద్యుత్ కలదనియు, అవి సమీపించిన భిన్నవిధమైన విద్యుత్తుయున్నదనియు తెలియునది. ఋణవిద్యుత్ పూరితమైన సూచకమువద్దకు ఋణ

విద్యుత్ గల వస్తువునుదెచ్చిన, ఆరెండును ఒకదాని నొకటి నిరాకరించుటచే, సూచకమునందలి ఋణవిద్యుత్ అంతయు పత్రములవైపు తరుమబడి దానిని మరంత యెక్కువదూరమునకు పోవునట్లు చేయును. దానివద్దకు, ధనవిద్యుత్ గల వస్తువునుదెచ్చిన, ఈధనవిద్యుత్, సూచకముయొక్క ఋణవిద్యుత్ను, తనవైపు ఆకర్షించును. అట్లు ఆకర్షించుటచే పత్రములయందలి విద్యుత్ పోయి, వేరుగానున్నవి దాపునకువచ్చును. సూచకమును ధనవిద్యుత్ చేగూడ పూరింపవచ్చును; అట్లు చేయుటకు, ప్రేరేపణజేయు వస్తువు, ఋణవిద్యుత్తును గలిగియుండవలెను. అనగామనము దీసికొను విద్యుత్తున కెప్పుడును భిన్నముగా సూచకము పూరింపబడును.

విద్యుజ్జనకము.

(ELECTROPHORUS.)

ఇది విద్యుత్ శక్తినికలిగించు ఒక సాధనము. దీని సాయముననొక సారికలిగిన విద్యుత్తువలన, అనేకసార్లు మరియొకవస్తువునందువిద్యుత్ శక్తిని ప్రేరేపింప వచ్చును. 97 వ పటమునందు దీనియాకారము చూప బడినది



97 వ పటము

అ=లక్కబల్ల. ఇ=లోహపళ్లెరము.

ఆ=లోహపళ్లెరము. గ=గాజుపిడి.

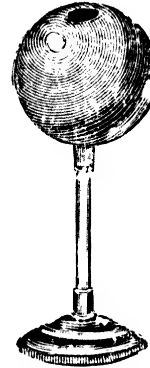
దీనియందు, ఒక గుండ్రని లక్కబల్ల, లోహపు పళ్లెరమందు అమర్పబడి యుండును. మరియొక లోహపు పళ్లెరముయొక్క మధ్యను గాజుఖడ్డియొకటి యమర్చి యుండును. ఆ గాజు పిడి (గ) వలన దానిని చేతితో నెత్తవచ్చును.

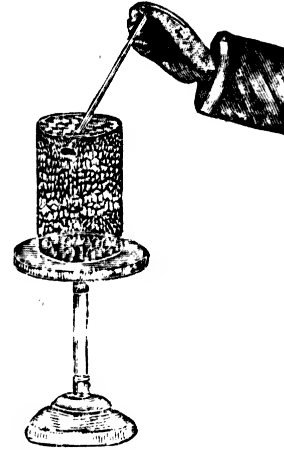
ఇప్పుడు లోహపు పళ్లెమందలి లక్కబల్లను, ఫ్లానల్ గుడ్డతో రాపాడించిన, ఋణవిద్యుత్ కలుగును; ఈ ఋణవిద్యుత్, లోహములో విద్యుత్తును ప్రేరేపించి, భిన్న విద్యుత్తును ఆకర్షించి, సమాన విద్యుత్తును నిరాకరించును; ఆసమానవిద్యుత్తు స్వేచ్ఛగానుండుటచే భూప్రవేశమగును; అప్పుడు ధన, ఋణములు ఒకదానినొకటి పోనియ్యకుండ నాకర్షించు చుండును. ఇప్పుడు గాజుపిడి పట్టుకొని, లోహచక్రము(ఇ)ను లక్కబల్లసమీపమున బెట్టుము. దానివలన, లోహ చక్రమునందు, విద్యుత్తు ప్రేరేపితమై, భిన్న విద్యుత్తు ఆకర్షింపబడి, సమాన విద్యుత్తు స్వేచ్ఛగా నుండును. ఇప్పుడు లోహ చక్రమును తాకిన, స్వేచ్ఛ విద్యుత్తు భూప్రవేశ మగును. కాబట్టి యాచక్రము, ధనవిద్యుత్తుచే పూరితమై, మన కుపయోగించును. దాని నుపయోగించినతరువాత తిరిగి యట్లేచేసిన, రెండవతూరిగూడ అది ధన విద్యుత్తుచే పూరితమగును. ఈవిధముగా నెన్నియో సార్లు విద్యుత్తును, కలిగించ వచ్చును.

విద్యుత్ శక్తి యెప్పుడును వస్తువుల పైభాగముననే యుండును.

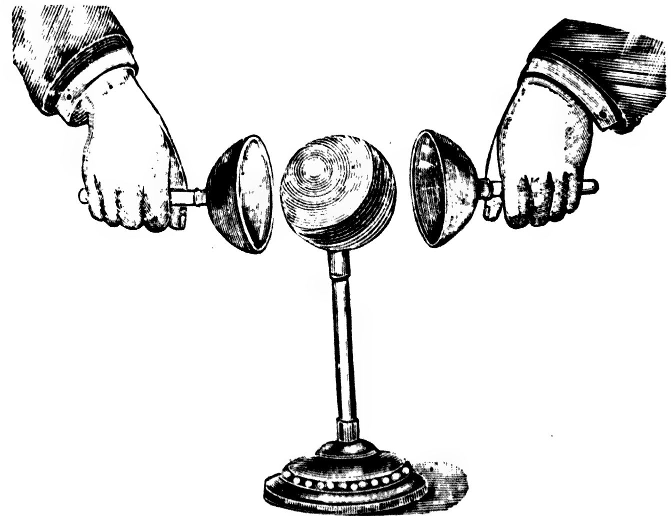
1. గాజు దిమ్మమీద అమర్పబడిన యొకగుల్ల (Hollow)గా జేయబడిన లోహగోళమును విద్యుత్పూరితము చేయుము. దీని పైభాగమును, శోధన గోళముచే తాకి విద్యుత్సూచకము వద్దకు తెమ్ము; పత్రములు చలించును. దానివలన శక్తి సూచింప బడును.

అట్లే లోపలిభాగమును తాకి, సూచకము వద్దకు దెచ్చిన, లోహ పత్రములకు చలనముగలుగదు. దానిని బట్టి గోళమునకు లోపల శక్తి లేదని దెలియును. ఈ ప్రయోగమునే మరొక విధముగా జేయవచ్చును; ఒక లోహగోళమును, దానికి సరిగానుండు గాజు పిడులుగల రెండు గోళార్ధములను తీసికొనుము. 99 వ పటమును చూడుము.





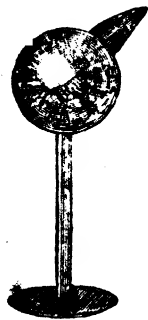
98 వ పటము.



99 వ పటము.

ఆ గోళమును విద్యుత్ పూరితము జేసి, గోళార్ధములను, దానిమీద నమర్చుము. తరువాత వానిని తీసివేసి, గోళమును పరీక్షించిన, నందలిశక్తి గోళార్ధములకు బోయియుండును. ఈ రెండు ప్రయోగములవలన, విద్యుత్ శక్తి పదార్థముల పైభాగమును మాత్రమే యావరించియుండునని దెలియుచున్నది.

విద్యుత్ పూరితమైన గోళమునకు ఇత్తడి కొనను అతుకుట గాని లేక దానిని కొనగల దానినిగా జేయుటగాని, చేసిన, నందలి శక్తి త్వరితముగా మాయమగును; కొనలు లేని దానియందు ఎక్కువ కాలముండును. అనగా, కొనలు, విద్యుత్ శక్తి పోవుటకు మార్గములగును. కాబట్టి విద్యుత్ వాహకములు పూరితములయి యున్నప్పుడు కొనలు గలిగి యుండగూడదు:



100 వ పటం.

పిడుగు తీగలు.

మనము పట్టణములయందలి రాజవీధులయందు ప్రయాణము చేయునపుడు, అచ్చటి భవనముల మీద పొడవుగా జేయబడిన లోహపుకాడలు అమర్చబడి యుండుట చూచుచున్నాము. వానిని శ్రద్ధతో మనము బరీక్షించి చూచిన నవి సాధారణముగా రాగితో జేయబడి, సౌధముయొక్క యున్నతాగ్రమునందు అమర్చబడి యుండును. అంతేగాక, వానినుండి యొక రాగిబద్ది సాధారణముగా 2 అంగుళముల వెడల్పుగల్గి, అంగుళములో సుమారు 8 వ భాగము వళసరిగల్గి, భూమిలోనికి ప్రవేశపెట్టబడి యుండును. దానిని భూమిలోనికి త్రవ్విజూచిన, వృక్షముల వ్రేళ్లవలె నన్నివైపులకు దానినుండి లోహపు కాడలు వ్యాపించి యుండును.

ఇట్టి సాధనమును ''పిడుగు తీగ'' యని చెప్పవచ్చును. దీనియుపయోగము, ఇండ్లను, పిడుగు బారినుండి గాపాడుటయే. అది ఇండ్లనెట్లు గాపాడగలదో ఈక్రింద వివరింపనగు.

దీనిని దెలిసికొనుటకు ముందు మనము కొన్నివిషయములను జ్ఞప్తికి దెచ్చుకొనవలెను. అవి.—

(1) ''పిడుగు'' అనునది, రెండువిధములైన విద్యుత్తులయొక్క సంయోగము. ఆసంయోగమువలన బుట్టిన మంటయే మెరుపనబడును. ఇది వర్షకాలమునందు ఆకాశమున జరుగునని మనకు దెలిసిన విషయమే.

(2) కొనలకు, విద్యుత్తును ప్రవహించి బోవునట్లు జేయుగుణము గలగు.

(3) విద్యుత్ పూరితమైనయొకవస్తువు, ఇతరవస్తువులయందు భిన్న విద్యుత్తును ప్రేరేపించును.

పిడుగు రెండువిద్యుత్తుల సంయోగము.

విద్యుత్ పూరితమైన మేఘమొకటి, భూమినిగాని మరియే యితర వస్తువును గాని, సమీపించిన, వానియందు భిన్న విద్యుత్తు ప్రేరేపింపబడును. ఆ రెంటియందునుగల విద్యుత్తులయొక్క పరిమాణము హెచ్చిన, వాని రెంటికినిగల యాకర్షణవలన, ఆ రెండునుగలిసి పెద్దపిడుగు సంభవించును. అట్టి పిడుగువలన, చెట్లు, భవనములు మొదలైనవి, అగ్నిహోత్ర స్పర్శ గల్గి దహింపబడుటగాని, మనుష్యులు మొదలైన జంతువులు, దానిధాటి కాగలేక మృతినొందుటగాని, అద్దపుతలుపులు మున్నగునవి దానిశబ్దమువలన బ్రద్దలగుటగాని తటస్థించును. అట్టి నష్టములేమియు గలుగకుండ నిండ్లమీద ''పిడుగుతీగలు'' అమర్చబడును. అవి కొనగలిగి భూమితో చేర్చబడియుండుటచే భూమిని కొనగలిగిన విద్యుత్ వాహకముగా భావింపవచ్చును. అందుచే మేఘముల వలన, భూమియందు ప్రేరేపింపబడిన విద్యుత్తు ఒకచో చేరియుండుటకు వీలులేక, ఎప్పటికప్పుడు కొద్ది కొద్దిగా గాలిలోనికి వ్యక్తమై, మేఘములయందలి విద్యుత్తుతో గలిసిపోవుచుండును. అట్లుగలిసి పోవుటచే, ఏ విధమైన విద్యుత్తునకును ఎక్కువపరిమితిని వహించుటకు వీలులేకుండును. రెండువిధములైన విద్యుత్తులు లేక

పోయిన, పిడుగు కలుగుట సంభవింప నేరదు. కాబట్టి ఎత్తైనయిండ్లు, మేడలు గలవారందరును వారియిండ్లకు నిట్టి పిడుగుతీగలను అమర్చుకొనిన, పిడుగు వలన భయములేకయుండును. ఈమధ్య 1904 సం॥ లో రాజమహేంద్ర వరమందు బోధనాభ్యాసన పాఠశాలా (Training College) భవనము మీద పిడుగుపడి దానికప్పును బ్రద్దలుజేసి, పెద్దరాతిగోడను జీల్చివేసెను. అప్పుడు దానియందలి యనేకవేలగబ్బిలములు మృతినొందెను. దీనికంతకు ను గారణము " పిడుగుతీగ " లేకుండుటయే. దాని సమీపమున నున్న తాలూకా కచ్చేరీకియట్టిపిడుగుతీగ యుండుటచే అట్టిబారినుండి తొలగి పోయినదని జెప్పవచ్చును. పిడుగుతీగయున్న భవనమొక్కటియేగాక, దాని సమీపముననున్నవి గూడ కొంత భయము లేక యుండవచ్చును. చెన్న పట్టణములో కొంచెము ఎత్తైన ప్రతియింటికిని, ప్రతిగోపురమునకును ఇట్టి శూలములు అమర్చబడియుండును. మన దేవాలయములమీదను, ధ్వజస్తంభ ములమీదను ఉండు లోహ కలశములు ఇట్టి ప్రయోజనమునకే నిర్మింప బడియుండ వచ్చును.

ఆకాశములోని పిడుగును క్రిందికి తెచ్చుట.

మేఘములు సాధారణముగా నెల్లప్పుడును విద్యుత్పూరితములయి యుండును. అందలి విద్యుత్తును, మనము భూమిపై పుట్టించుచున్న ఘర్షణవిద్యుత్తును, ఒక్కటియే యనగా నేకజాతివేయని, అమెరికా దేశ భక్తాగ్రేసరులలోనొక్కడును, శాస్త్రజ్ఞుడును అగు బెంజామిన్ ఫ్రాంక్లిన్ అనువాడు స్థిరపరిచెను. ఈ రెంటికిని సాదృశ్యము కలదని తెలిసి నప్పటినుండియు నతడు ఇంగువగూర్చి ప్రయోగములుచేయ నారంభిం చెను. కాని యాకసములోని మెఱుపును క్రిందికితెచ్చు విధము కానక యతడు కొన్నిదినములు ఆలోచించుచుండెను. ఒకదిన మొక పిల్లవాడు గాలిపటమాడగా నాతడుచూచెను. గాలిపటము మేఘముల సమీపించి నట్లు అతనికిదోచెను. అప్పుడు గాలిపటమువలన మేఘములోని విద్యు త్తును క్రిందికి దింపవచ్చునని యతడు తలచెను. ఒకనాడు ఆకాశము

మేఘాచ్ఛాదితమై, గాలివీచుచు వర్షమువచ్చునట్లు కనబడగా, నాశాస్త్ర జ్ఞుడు గాలిపటమాడుటకు వెడలెను. వెంట తన కుమారునిమాత్రము తీసి కొనిపోయెను. గాలిపటమునకు ఒకసన్నతీగకట్టెను. దానికికట్టిన దారము యొక్క క్రిందిచివరకు ఒకతాళపుచేయికట్టి ఆతాడును ఒకస్తంభము నకు కట్టిపెట్టెను. గాలిపటము మిక్కిలి యెత్తుగానెగురుచుండెను; నల్లనిమేఘములు దానిసమీపమునుండి పోవుచుండెను. 100 వ పటము చూడుము. కాని తాళపుచేయియొద్దకు నెన్నిసార్లు చేయితీసికొనిపోయి నను అందులోనికి విద్యుత్తువచ్చినట్లు కనబడదయ్యె. అప్పుడుఅతడు నిరాశు డయ్యెను. కాని ఇంతలో కొన్ని చినుకులు పడెను. అందుచే గాలిపటము యొక్కదారముతడిసి యదిమంచివిద్యుత్ప్రవాహకమయ్యెను. కావునఅందుండి



101 వ పటము.

యాకాశములోని విద్యుత్తు క్రిందికి రాజొచ్చెను. ఇట్లు విద్యుత్పూరిత మైన దారముయొక్క తంతువులు ఏకవిధ విద్యుత్తుచేపూరితము లగుటచే

పరస్పరోత్సారణముగలవియై, గగుర్పొడిచినట్లు లేచినిలువబడెను. అది చూచి ఫ్రాంక్లిన్ దారమునకు తగిలియున్న తాళపు చేయియొద్దకు తనవ్రేలు దీసికొనిపోగా అందుండి చిన్న మెరుపుపుట్టి యతనికి విద్యుదాఘాతము (Shock) తగిలి కొంచెము నొప్పికలిగించెను. ఇట్లుదెబ్బ తగిలినను తనశోధన సఫలమైనదనియు, ఆకాశములోని పిడుగును క్రిందికి తెచ్చితిననియు, అతనికి కలిగిన సంతోషము ఇంతంతయని కాదు!

తరువాత నాశోధకుడు ఆకాశములోని పిడుగును, ఘర్షణజన్య విద్యుత్తును ఒక్కటియేయని ప్రయోగములవలన స్థిరపరిచెను.

మీదవర్ణింపబడిన 'పిడుగుతీగెల' యుక్తినికనిపెట్టినవాడు ఈశాస్త్రజ్ఞుడే. వృక్షములు, మేడలు మొదలయిన యెత్తుగానున్న పదార్థముల మీదనే తరుచుగాపిడుగుపడును. ఆసంగతిచూచి, మేఘములుఎత్తుపదార్థముల యొద్దనుండి పోవునప్పుడు మేఘములోనున్న విద్యుత్తుకంటె భిన్నమైన విద్యుత్తు ఆపదార్థముల పైభాగమునందు ప్రేరేపింపబడుననియు, ఇట్లు భిన్నవిద్యుత్తులు ఒకదానియెదుట నొకటియున్నందున వానిలో ఆకర్షణకలిగి, యవియెక్కువకాగానే కలిసికొనుననియు, అవికలిసికొనునప్పుడు పెద్దమెరుపు, ధ్వని కలుగుననియు, వృక్షములు ఇండ్లు విద్యుద్వాహకములు కానందున ఆవిద్యుత్తు భూమిలోనికి పోక, వానికి అపాయము కలుగజేయుననియు, అదియే పిడుగనియు, నాతడు ప్రయోగపూర్వకముగా నిర్ధారణచేసెను. ఇట్టి యాపత్తునుండి గొప్పగొప్ప భవనములను రక్షించుటకై వానిమీద నెత్తుగ ఒక త్రిశూలాకారముగల ఇనుపఖడ్డిని నిలుపమని యేర్పాటుచేసెను. ఈ త్రిశూలమెత్తుగ నున్నందున మేఘముచే దానిలోనే భిన్నవిద్యుత్తు ప్రేరేపింప బడును. మేడ సురక్షితముగా నుండును. శూలముయొక్కకొన మిక్కిలి చిన్నదియగుటచే నందు విద్యుద్రాశి యెక్కుడు నిలువనేరదు. కొంచెము చేరినతోడనే యది మేఘములోని భిన్నవిద్యుత్తును కొంచెము ఆకర్షించి, యందులో కలిసి చిన్న

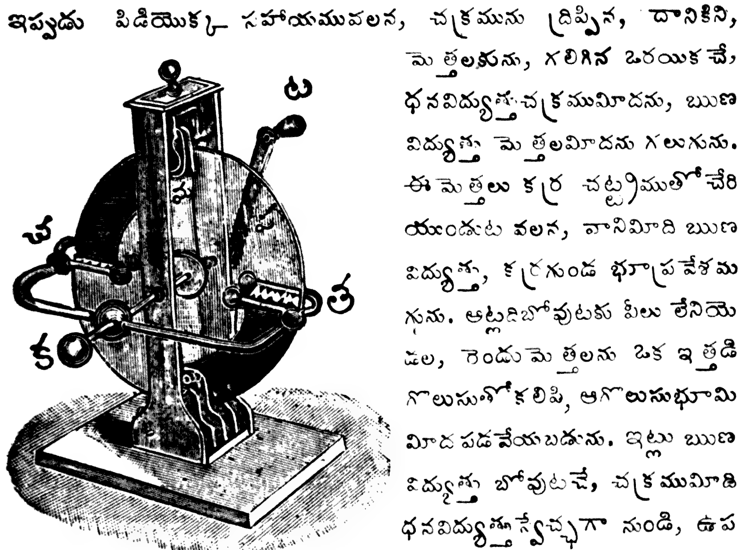
పిడుగై శూలమునకు తగిలియున్న తీగెద్వారా భూమిలోనికి పోవును. అనగా ఈ యుక్తిచే పెద్దపిడుగు ఒక్కసారి పడుటకు మారుగా ఎవరికిని నష్టముచేయని చిన్నచిన్న పిడుగులు క్షణక్షణము కలిగి భూమిలో ప్రవేశించును. ఇవిచిన్నవియగుటచే వానివెలుతురుగాని ధ్వనిగాని మనకు గానరాదు వినరాదు. భూమికిని శూలమునకును తగిలియున్నతీగె విద్యుద్వాహకము అగుటచే ఈచిన్నచిన్న పిడుగులయినను మేడలో ప్రవేశింపక భూస్థాపనము చెందును.

విద్యుత్ యంత్రము.

ఇదివరకు 119 వపుటలో వివరింపబడిన విద్యుజ్జనకము, ఒక విధమైన, విద్యుచ్ఛక్తినిగలిగించు సాధనమని జెప్పబడినది. విద్యుచ్ఛక్తిని కలిగించు సాధనములకు "విద్యుత్ యంత్రము" లనిపేరు. కాబట్టి విద్యుజ్జనకముగూడ నొక విద్యుత్ యంత్ర విశేషమే. ఇంకకొన్ని విద్యుత్ యంత్రములుగలవు; వానిలోముఖ్యమైనదాని నొకదానిని ఈక్రిందవివరించెదను; తక్కినవి కొన్నియున్నను, గ్రంథవిస్తరభీతిచే, నిందునొకటియే వర్ణింపబడును.

ఇందు, కర్రచట్రములో నమర్చబడిన సుమారు రెండడుగుల మధ్యరేఖ (Diameter) గల దళసరియైన గాజు చక్ర మొకటి యుండును. ఆచట్రముయొక్క పైనను, క్రిందను, రెండుమెత్తల జంటలు యుండును; ఆ మెత్తలు గుర్రపు వెంట్రుకలతో జేయబడి, వాని పైన, (పాదరసము, తుత్తునాగము, సత్తు) లో చేయబడిన యొకలోహసమ్మేళనము పూత పూయబడి యుండును. ఈ మెత్తల జంటలు, పైన నొకటియు, క్రింద నొకటియు, గాజుచక్రముయొక్క రెండు ప్రక్కలను అంటి యుండును; ఆగాజు చక్రమునకొక పిడియుండును; ఆపిడి త్రిప్పినయెడల చక్రము గూడ, మెత్తలమధ్యనుండి, తిరుగుచుండును.

ఇప్పుడు పిడియొక్క సహాయమువలన, చక్రమును త్రిప్పిన, దానికిని, మెత్తలకును, గలిగిన ఒరయికచే, ధనవిద్యుత్తు చక్రముమీఁదను, ఋణవిద్యుత్తు మెత్తలమీఁదను గలుగును. ఈ మెత్తలు కఱ్ఱ చట్రముతోఁ జేరియుండుట వలన, వానిమీఁది ఋణవిద్యుత్తు, కఱ్ఱగుండ భూప్రవేశము గను. అట్లది బోవుటకు వీలు లేనియెడల, రెండు మెత్తలను ఒక ఇత్తడి గొలుసుతోఁ గలిపి, ఆగొలుసు భూమి మీఁద పడవేయబడును. ఇట్లు ఋణవిద్యుత్తు బోవుటచే, చక్రముమీఁది ధనవిద్యుత్తు స్వేచ్ఛగా నుండి, ఉపయోగ స్థితిలో నుండును. ఇది యీ



102 వ పటము.

క్రింది విధమున నుపయోగింప బడును. చట్రము యొక్క ప్రక్కనుండి రెండు ఇత్తడిఊచలు బయలుదేరి, చక్రము యొక్క రెండు ప్రక్కలకు వచ్చును. చక్రముసమీపమున చక్రమును తాకక వానికి పండ్లుకలిగి యుండును. కాబట్టి యిచ్చట, ధనవిద్యుత్పూరితమైన యొక గాజు చక్రమును, దానిసమీపమున, పండ్లుగలయొక విద్యుత్ వాహకమునుగలవు. అందువలన, ధన విద్యుత్తు, వాహకమునందు రెండువిధములైన విద్యుత్తులను ప్రేరేపించి, ఋణవిద్యుత్తును చక్రమువైపు అనగా పండ్లలోనికి నాకర్షించి, ధనవిద్యుత్తును అవలకు తరిమివేయును. పండ్లయందలి ఋణవిద్యుత్తు అందు నిలువలేక, యాకాశములో గలిసి పోవును. అట్లు కలియునపుడు చక్రము మీఁది ధనవిద్యుత్తును ఆకర్షించి దానిని గూడ రూపుమాపును. కాబట్టి చక్రము పండ్లనుండి యావలికి బోవునపుడు విద్యుత్ విహీనమై మొదటిస్థితిలోనుండును. ఈపండ్లు రెండు మెత్తలకునుమధ్య రెండువైపులను

ఉండుటచే, పైమెత్తవలన గలిగిన విద్యుత్తు కుడివైపు పండ్ల దగ్గరకువచ్చినపుడును, క్రిందిదానివలన గలిగినది, ఎడమవైపు పండ్లదగ్గరకు వచ్చినప్పుడును, నిర్మూలమగుచుండును. అట్లగుటచే చక్ర మెప్పుడును మొదటిస్థితిలోనే యుండి, క్రొత్తవిద్యుత్తును గ్రహించుటకు సిద్ధముగానుండును.

అట్లు చక్రము సిద్ధముగా నుండనియెడల, దానిమీఁద ధనవిద్యుత్తు కూడి, అంతయునొక్కసారిగా కలిసి పిడుగును గలిగించుట తటస్థింపవచ్చును. లేక, మనము చక్రము నెంతత్రిప్పినను, క్రొత్తవిద్యుత్తు కలుగక, ఉన్నది మాత్రముండి, మనకష్టమును నిష్ప్రయోజనము చేయుచుండును. ఈరెండు దుస్థితులను తొలగించుటకే పండ్లేర్పరుప బడినవి.

ఇట్లు కొంతసేపు చక్రమును త్రిప్పిన, దాని సమీపము నందలి వాహకము ధనవిద్యుత్పూరితమగును. దానిని సూచించుటకు, శోధనగోళమును విద్యుత్తు సూచకమును ఉపయోగింపవచ్చును. లేక మనవ్రేలిని దాని సమీపమునకు దెచ్చిన చిన్నశబ్దముకలిగి, మనశరీరము ఝల్లుమనును. అట్లనుటకు గారణము, మన శరీరమునందు భిన్నవిద్యుత్ ప్రేరేపింపబడి, అవి రెండును మన శరీరమువలన గలియుటచే, ఆదెబ్బ మనకు సోకును. ఆదెబ్బమిక్కిలి బలమైనదైన ప్రాణాపాయముగూడ గలుగవచ్చును. ఈ విధముగా ప్రాణము దీయుట అమెరికా దేశమునందువాడుకగలదు. అచ్చట కూనీలు మొదలైన ద్రోహములను జేసినవారిని ఉరితీయక వారి దేహముల గుండ విద్యుత్తును బంపి, దాని దెబ్బవలన మృత్యుప్రాప్తి గలుగునట్లు జేయుదురు. అట్లు జేసిన, ఉరిదీయుట మొదలైనవానికంటె నెక్కువ సులభముగా మరణము సంభవించునని వారట్లు జేయుచున్నారు. ఈ శక్తికింకను కొన్ని ప్రయోజనములు గలవు. వానిని ముందు కొండొకచోట వివరించెదము.

పిడుగునుపట్టి దాచిపెట్టుకొనుట.

విద్యుత్ యంత్ర సహాయమువలన మనము విద్యుత్ శక్తిని కలిగించగలము; మనము కష్టపడి పనిజేసి, ద్రవ్యమార్జించి, దానినొక పేటికలో దాచిపెట్టి, మనకు వలయునపుడు దీసికొని దాని నుపయోగింతుము. అట్లే మనకు విద్యుత్ శక్తినిగూడ, కూడబెట్టి, దానిని మనకు కావలసినప్పు డుపయోగించుటకు వీలగు సాధనములవసరమై యుండును. అట్టి సాధనము "లేడెన్ గిన్నె." దీనికీపేరు ఇది మొదట లేడెన్ యను పట్టణములో జేయబడి యుండుటచే కలిగినది.

ఇది వెడల్పైనమూతిగల ఒక గాజుగిన్నె. దీనికి లోపలను, పైనను, క్రిందినుండి మూడువంతులవరకు పల్చని సత్తురేకు పొదిగి యుండబడును. తరువాత, దానిమూతికొక మూతగలిగి, ఆ మూత మధ్యమునుండి లోహపు కాడ యొకటియుండును. ఆకాడయొక్క బయటికొన యందొక గుండును, లోపలికొన యందొక యిత్తడిగొలుసును అంటియుండును. ఆగొలుసు లోపలిసత్తురేకును తాకుచుండును. 103 వ పటము చూడుము.

103 వ పటము.

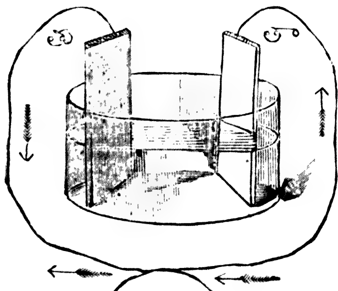
అట్టి గిన్నెను చేతితో బట్టుకొని, పనిజేయుచున్న విద్యుత్ యంత్రము యొక్క వాహకమునకు దాని గుండును తాకించిన, నందలి ధనవిద్యుత్, గిన్నెలోని సత్తురేకులోనికి ప్రవహించును. ఈ ధనవిద్యుత్, గిన్నె అవలి సత్తురేకులో రెండువిధముల విద్యుత్తును ప్రేరేపించి, ధనవిద్యుత్తును మన శరీరముగుండ భూమిలోనికి బంపి, ఋణ విద్యుత్తును తనవైపునకు ఆకర్షిం

చును. ఇట్లాగిన్నెను, వాహకమును జేర్చి కొంతసేపుంచిన, గిన్నెయొక్క లోపలిభాగమున ధనవిద్యుత్తును, పైభాగమున ఋణ విద్యుత్తును కొల్లలుగా గూడియుండును. ఈరెండును గాజుచే వేరుచేయబడుటచే నొకదానితో నొకటి గలియుటకు వీలులేదు. అట్లారెండును నొకదానినొకటి యాకర్షించుచు, కలియక అట్లే యుండును; ఇప్పుడు పై భాగమును, లోపలి భాగమును, గొలుసుతో గాని, మరి దేనితో గాని కలిపిన, ఆరెండు విద్యుత్తులును గలిసిపోవును. అట్లారెంటిని గలుపుటకు, ఆగిన్నె నెడమ చేతితో బట్టుకొని, కుడిచేతిని దాని గుండు సమీపమునకు దెచ్చిన, ఆ రెండును కలిసి చిన్నపిడుగు సంభవించును.

"ప్రావాహిక విద్యుత్"
(CURRENT ELECTRICITY.)

ఇంతదనుక మనముజేసిన ప్రయోగము లన్నిటియందును, మనముపయోగించిన విద్యుత్తు ఘర్షణము వలనపుట్టి, విద్యుత్ ప్రేరణ కారణమున వృద్ధి జేయబడినది. ఈ విధమున గాక మరి యేవిధముననైన విద్యుత్తును గల్గించుటకు వీలున్నదా యని జదువరు లడుగవచ్చును. విద్యుత్తును రసాయన విధమున గూడ గల్గింపవచ్చును. రసాయన విధమున అనగా రసాయన సంబంధమైన మార్పులు జరుగునప్పుడు, రసాయన శక్తికి తోడుగ విద్యుత్ శక్తిగూడ బుట్టుచుండును అని యర్థము. అట్లుబుట్టిన విద్యుచ్ఛక్తి బుట్టినచోట నుండిక ఆ రసాయన భేదములజెందు పదార్థములలో నొక దానినుండి మరియొక దానికడకు పయనము జేయును; ఆ పదార్థములతో రెండు తీగలను జేర్చిన, ఆశక్తి యాదీగలలోగూడ ప్రవేశించి, వానిగుండ "ప్రవహించును" ఇట్లుఇది ప్రవహించునట్టి గుణముగలిగి యుండుటచే దీనికి "ప్రావాహిక విద్యుత్తు" యని సార్థకనామ మీయదగియుండును. దానినిగూర్చి ఈక్రింద వివరింప బడును.

ఒక గాజుగిన్నెను సంపాదించి, అందులో సగము వరకు, నీటితో మిశ్రమ మయిన గంధకద్రావకము (Sulphuric acid)ను బోయుము. గంధకద్రావకము లేక గంధక ఘృతి అనబడునది, జలవాయువు, గంధకము, ప్రాణ వాయువు యొక్క రసాయన సమ్మేళన మైన యొక ద్రావకము. ఇది బట్టమీద బడిన, బట్టను తినివేయును. తరువాత, పాదరసపు పూతబూసిన యొక తుత్తునాగపు (Zinc) బిళ్లను, ఒక తామ్రపు బిళ్లను, సంపాదించి, వాని నొకదానినొకటి తాకకుండ ద్రావకములో బెట్టుము.

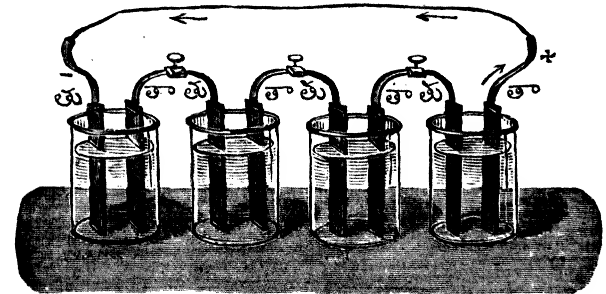


104 వ పటము.

అవి యొక దాని నొకటి తాకకున్నంత వరకు, ఏ విధమైన మార్పును గనబడదు. ఆ రెంటిని నొక తీగతో కలిపిన, తామ్రపు రేకునుండి బుడగలు వచ్చుచున్నట్లు గనబడును. ఇట్లు కొంత సేపుంచి, రెండు రేకులను పైకి దీసి, తుడిచి, త్రాసులో బెట్టి తూచిన, రాగిరేకు మొదటనున్న బరువే కలిగి యుండునుగాని, తుత్తునాగము మొదటికంటె తక్కువతూగును. ఆతగ్గిన బరువుకు బదులుగా ద్రావకములో నొక తెల్లని పదార్థము కనబడును. కాబట్టి యా రెండు లోహములును తీగతో గలిసి యున్నప్పుడు, గిన్నెలోని ద్రావకము,తుత్తునాగముతో గలిసి రసాయనభేదము జెంది, యొక తెల్లని "తుత్తునాగ గంధకితము" (Zinc sulphate) అను పదార్థము గాను, జల వాయువుగాను మారును. ఈజలవాయువు తామ్రపు రేకుమీదికిబోయి, దానిమీద బిందురూపమున పొడగట్టును. ఇట్టి స్థితిలో, ఆరెంటిని కలుపుతీగలో విద్యుత్ శక్తి ప్రవహించు చుండును. అట్టిశక్తి ప్రవహించు చున్నదని చూపుటకు, ఆతీగయొక్క రెండు కొనలను, అయస్కాంతపు ముల్లు వద్దకు దెచ్చిన నది ఇటు అటు ఊగులాడును. ఈవిధమున విద్యుత్తును గలిగించు సాధనమును, "విద్యుత్ ఘటము" (Cell) అని జెప్పవచ్చును.

ఇట్టి ఘటమువలన విద్యుచ్ఛక్తిప్రవాహము చాలకాలమురాక కొన్నినిముషములలోనే ఆగిపోవుటచే నదిమనకంతగా ఉపయోగించదు. దాని నెక్కువ యుపయోగకారిగాజేయవలెనన్న, దానియందు కొన్ని మార్పులను జేయవలసియుండును.

విద్యుత్ ప్రవాహమును గూర్చి మొదట "వోల్టా" యనుశాస్త్రజ్ఞుడు, ఇట్టిఘట సహాయమువలననే దెలిసికొనుటచే దానికి "వోల్టా ఘటము" (Voltaic cell.)అనిపేరు. లేక, యిదియేతరువాతగల్గిన జ్ఞానమునకు మూలాధారమగుటచే దీనిని "మూలఘట" మని గూడ జెప్పవచ్చును. ఇట్టిఘటములను గొన్నిటిని, జేర్చి యొకదాని తామ్రపురేకు రెండవదాని తుత్తునాగముతో గలిపి, రెండు చివరలను మిగిలియుండు తామ్రతుత్తునాగములను రెండు తీగలతో చేర్చిన, విద్యుత్ శక్తిబలకరమై, ఒకఘటమువలన కలిగిన శక్తికంటె హెచ్చగును; అట్టి ఘటపంక్తికి 'విద్యుత్ ఘటమాల'(Voltaic Battery.)యనిపేరు.105వపటము చూడుము.

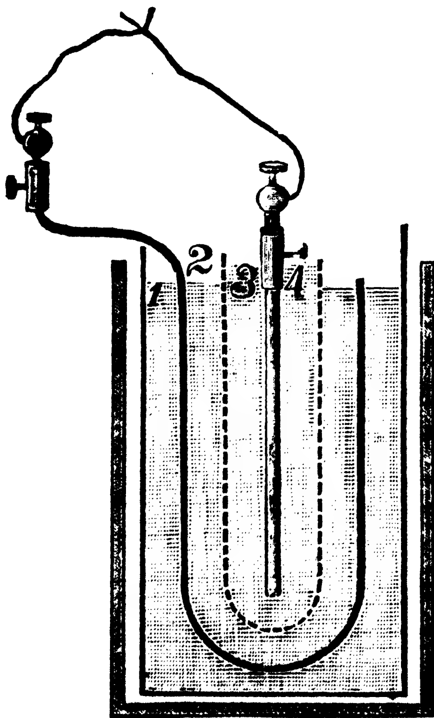


105వ పటము.

"విద్యుత్ ఘటము."

పైనచెప్పిన ఘటమునందలి లోపములను తొలగించి చాలకాలము విద్యుత్ ప్రవాహము వచ్చునట్లు ఘటమును జేయుట యావశ్యకము అని పైన జెప్పియున్నాము. ప్రవాహము తగ్గిపోవుటకు గారణము తామ్ర

పత్రముమీద, జలవాయువు కూడుటచే అని మనకుదెలిసిన దాని నేవిధమునవైన ఉపయోగ పరచుటకు మార్గములను కనిపెట్టి ఈ యాపదనుండి తొలగవచ్చును. ఈఘటమునందలి ముఖ్యలోపము జలవాయువు యొక్క కూడికయగుటచే ఆజలవాయువు నేవిధమునవైన కూడకయుండునట్లు చేయవలెను. అట్లాజలవాయువును కూడకయుండునట్లు జేయుటకు సులభమైన మార్గము దానిని జలములోనికి మార్చుటయే. అట్లుమార్చుటకు, దానికి ప్రాణవాయువుతో సంయోగము గలుగవజేయవలెను. ఆ సంయోగమునుసమకూర్చుటకు ప్రాణవాయువునుసులభముగా నిచ్చివేయు పదార్థ మొకటి కావలెను. అట్టి పదార్థము, "నత్రికామ్లము" (Nitric-acid). దానియందు నత్రజనము, జలవాయువు, ప్రాణవాయువు గలవు. ఇప్పుడు ఈఘటమును ఈ క్రింది విధమున జేయవచ్చును.



106 వ పటము.

ఒక పెద్దగాజు గిన్నెలో గంధకద్రుతిని బోయుము. దానిలో పాదరసము పూసిన తుత్తునాగపు రేకును బెట్టుము; గంధకద్రుతి గల మొదటి పాత్రలో ఒక చిన్నమట్టిపాత్రను

బెట్టి యందులో నత్రికామ్లము బోయుము. ఆనత్రికామ్లములో ప్లాటినం రేకుగానికర్బనపు రేకుగాని బెట్టుము.

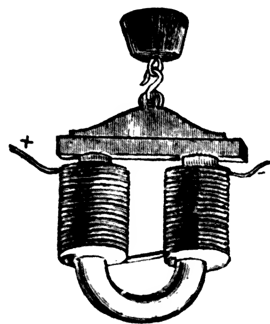
ఇప్పుడు ఈ రెండు రేకులకును, అనగా, తుత్తునాగమునకును ప్లాటినమునకును తీగతో సంబంధము గలుగజేసిన, విద్యుత్ ప్రవాహము పొడగట్టును. దీనికి కారణము, గంధకద్రుతి, తుత్తునాగముతో రసాయనికముగా గలిసి జలవాయువు విమోచనమగును. ఆజలవాయువు మృత్పాత్రముయొక్క సూక్ష్మరంధ్రములగుండ లోనికి బోయి, నత్రజన ద్రావకముతో గలిసి, జలమగును; అప్పుడు దానినుండి యొకవిధమైన గౌరవర్ణము గల వాయుపదార్థము విడువబడును. దానికొకవిధమైన వాసనగూడగలదు. ఇట్టి రాసాయన భేదములుగల్గునప్పుడు విద్యుత్ శక్తి వెలువడి, తీగలగుండ ప్రవహించును. ఇట్టి విద్యుత్ ప్రవాహము మనకెన్నివిధములనో ప్రయోజనకారిగానుండును.

విద్యుత్ ప్రవాహమువలని ప్రయోజనములు.

విద్యుత్ ప్రవాహమును పుట్టించుసామర్థ్యము మనవద్దనుండినదాని వలన మనమనేకములయిన పనులజేయింపవచ్చును. అందుకొన్ని ఈక్రింద వివరింపబడును.

1. ఆప్రవాహమును, ఉక్కుముక్కగుండ కొంతసేపుబంపిన ఆయుక్కు లోహచుంబకశక్తినిబొంది, అయస్కాంతమగును. ఆస్కాంత భావమును అదెప్పటికి, బోగొట్టుకొనక యుంచుకొనును. మనము సాధారణముగా జూచుచున్న దిక్సూచులయందుండు స్కాంతములన్నియు నీవిధమునజేయబడినవే. కాబట్టి విద్యుత్ ప్రవాహమునకు లోహచుంబకశక్తిగూడ గలదని మనకుదెలియుచున్నది. విద్యుత్ ప్రవాహమున్నతీగలను ఇనుపపొడియున్నప్రదేశమునకు దీసికొనిబోయిన నవి నూదంటురాయిచేరువనున్నప్పటివలెనే సంచరించును.

(2) ఆప్రవాహమునే పోతయినుము (Soft Iron) గుండ బంపిన, నది ఆసమయమునకు మాత్రము అయస్కాంతమగును; మనము ప్రవాహము నాపివేసిన, నది యప్పటిస్థితిని బొందును; దీనియుపయోగము టెలిగ్రా

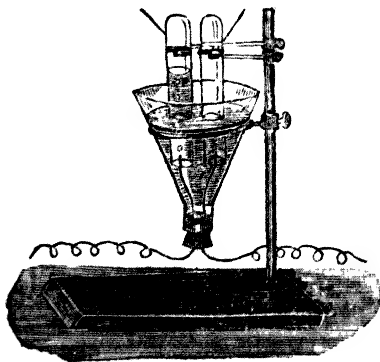


107 వ పటము.

ములు లేక తంతితపాలు పంపుట కుపయోగించు సాధనములందు గలదు; దీనినిగూర్చి ప్రత్యేక మావిషయమునగూర్చి చర్చించినపుడు సవిస్తరముగా చెప్పబడును. పోతయినుపఖడ్డి నొకదానిని గుఱ్ఱపు నాళము వలె వంచి, దానిచుట్టును నూలుచుట్టబడిన రాగితీగెనుచుట్టి, ఆతీగ కొనలకు విద్యుత్ ఘటమాలనుండివచ్చు కొనలను జేర్చిన, ఆ యినుపఖడ్డి అయస్కాంతమగును. అట్లయినదని దెలిసికొనుటకు, దానిక్రిందికి యినుపగుండ్లను దెచ్చిన నవి యాకర్షింపబడును; అట్లాకర్షింపబడిన బరువు మిక్కిలి పెద్దదిగానుండును.

(3). రసాయనభేదముల కల్గించుశక్తి:—

ఒక పెద్ద గాజుపాత్రయొక్క యడుగున రెండు ప్లాటినపుముక్కల నమర్చి, వానితో రెండు ఇత్తడి తీగెలకు సంబంధము గలుపుము; ఆ పాత్రను నీటితోనింపి, అందొక గంధక ద్రుతిచుక్కను వేయుము; దీనిని వేయుటకు గారణము, నీటిని విద్యుత్ వాహకముగాజేసి, విద్యుత్ శక్తిని దానిగుండ బంపుటయే. రెండు ప్లాటినపురేకులమీదను, నీటితో నింపబడిన రెండు చిన్న గాజు పాత్రలను బోర్లించుము; ఇప్పుడు దీనితో కలిసియున్న రెండు ఇత్తడి తీగెలను, విద్యుత్ ఘటమాల యొక్క తీగలతో జేర్చిన, ప్లాటినములనుండి చిన్న చిన్న బుడగలుగా రెండు వాయుపదార్థములు రెండు గాజు పాత్రలలోను ప్రవేశించి

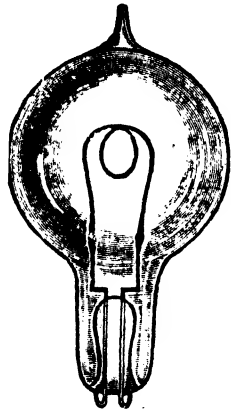


108 వ పటము.

నీటిని క్రిందికి ద్రోసివేయును; అట్లు కొంతసేపుంచిన, నొక దానిలో రెండవ దానిలోకంటె రెట్టింపు వాయుపదార్థము గూడును. ఆ రెంటిలో రెండువంతులుగలది జలవాయువును, ఒకవంతుగలది, ప్రాణవాయువును, అని మనము దెలిసికొనవచ్చును; ఈ రెండును, జలమునుండి వచ్చుటచే, జలము నందలి యంశీ భూతములు (Components) అని తెలియుచున్నది. అనగా నీరెండువాయువులు కలిసి నీరగుచున్నది. ఈ వాయువులలో, ఒకదానికంటె నొకటి రెట్టింపు స్థూలముగలదగుటచే, నావంతున నవి జలమునందుండుననియు దెలియును. ఇట్లొక పదార్థమునందలి యంశీభూతములైన మూలపదార్థము (Elements) లను వేరుచేయుట ''రసాయన వియోగము'' (Chemical decomposition) అనబడును. కాబట్టి విద్యుత్ప్రవాహమునకు, ''రసాయన వియోగము''ను గలుగజేయు శక్తిగలదు. ఇందునగురించి త్వరలోనే ప్రకటింపబడు రసాయనశాస్త్రము (Chemistry)లో సవిస్తరముగ వ్రాయబడును. ఇట్లే దానికి ''సంపుటీకరణము'' జేయుశక్తిగూడ గలదు; జలవాయు ప్రాణవాయువుల నొక పాత్రలో, 2, 1, వంతున దీసికొని, దానిలోనికి విద్యుత్ ప్రవాహమును బంపిన, నా రెండును గలిసి జలమగును; ఇట్టికరణము ''రసాయన సంయోగము'' అనబడును.

(4). విద్యుచ్ఛిఖి:

శూన్యప్రదేశముగల యొక గాజుబుడ్డిలో, సన్నని ప్లాటినపు తీగ చుట్లుచుట్లుగా నమర్చబడి, దాని కొనలు బయటికి వచ్చునట్లు జేయబడును. ఆకొనలను, విద్యుత్ ఘటమాలయొక్క కొనలకు జేర్చిన, ఆ బుడ్డి యందు, దేదీప్యమానమైన కాంతిపుంజము గనుపట్టును; దీనినిబట్టివిద్యుత్ శక్తివలన దీపములు వెలిగించ వచ్చునని దెలియును. మనము ట్రాము బండ్లలోను మోటారుబండ్లలోను చూచుచున్న దీపములిట్లు వెలిగింప



109వ పటము.

బడినవే. అట్టి దీపములను విద్యుచ్ఛిఖలని చెప్పవచ్చును. అట్టి విద్యుచ్ఛిఖవద్ద మనముండిన మన శరీరమునకు వేడిసోకును.

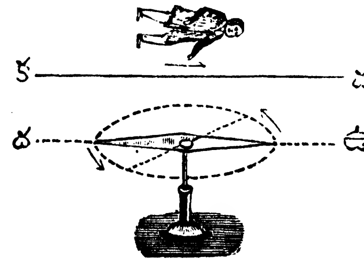
(5) ఆసుపత్రులలో నొకప్పుడు శరీరముగుండ విద్యుత్ప్రవాహమును బంపి, కొన్ని రోగములను నివారింతురు; గాన, విద్యుత్తున కట్టి శక్తిగూడ గలదని చెప్పవచ్చును; ఈ గుణము, శరీరమునందు రసాయన భేదములను గలిగించుటచే, రోగనివారణ మగుచున్నదని, కొందరు శాస్త్రజ్ఞుల యభిప్రాయమై యున్నది. అది యేమయినను మనకిచ్చట అంతయవశ్యము గాదు.

మరికొన్ని ప్రయోజనములు పరిశిష్టమునందు వివరింపబడును.

విద్యుత్తునకు అయస్కాంతమునకు గలసంబంధము.

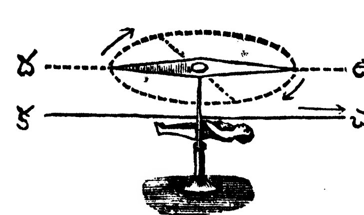
క్రి. శ. 1819 వ సంవత్సరములో ఆర్‌స్టెడ్ అను శాస్త్రవేత్త విద్యుత్ప్రవాహముతో నిండియున్న యొకతీగతో కొన్ని ప్రయోగములు చేయుచుండగా దానిసమీపమునందున్న అయస్కాంతము దక్షిణోత్తర దిశలను విడిచి యిటుఅటుకదులుటయు, తీగెలోని విద్యుత్ప్రవాహము పోయినతోడనే ఆ అయస్కాంతము ఉత్తర దక్షిణములను మరలచూపుటయు కనిపెట్టెను. అప్పటినుండి యాతడు అనేక ప్రయోగములనుచేసిచూచి, విద్యుత్ప్రవాహమువలన తీగెకు అయస్కాంతత్వ మబ్బుచున్నదనియు, అందుచే సమీపమందున్న అయస్కాంతముచలించుచున్నదనియు సిద్ధాంతీకరించెను. విద్యుత్తువలన అయస్కాంతమునుచేయు విధము తృతీయాధ్యాయములో వివరముగ వర్ణించియున్నాము. కావున నిచ్చట విస్తరింప నక్కరలేదు.

ఇక విద్యుత్ పూరితమైనతీగను అయస్కాంతము వద్దకు తెచ్చిన యెడల నేమి పరిణామమగునో చూతము. విద్యుత్పూరితమైన తీగను స్వేచ్ఛగా తిరుగునట్టి సూదివంటి అయస్కాంతముమీద సమాంతరముగను (Parallel.) దక్షిణోత్తరముగను పట్టుము. అప్పుడు తీగెలోని విద్యుత్ ప్రవాహము దక్షిణదిశనుండి ఉత్తరదిశకు బోవుచున్న యెడల ఆ అయస్కాంతముయొక్క ఉత్తరధ్రువము పశ్చిమమునకును, దక్షిణధ్రువము తూర్పువైపునకును పోవును. ఆతీగను అదేప్రకారము అయస్కాంతము యొక్క క్రిందబట్టిన యెడల అయస్కాంతము యొక్క ఉత్తర ధ్రువము తూర్పునకును దక్షిణ ధ్రువము పడమరకును బోవును. 110 వ పటము చూడుము.



110 వ పటము,

విద్యుత్ ప్రవాహము పైన జెప్పబడిన దిశకు వ్యతిరేకముగా బోవుచుండిన యెడల అనగా ఉత్తరదిశ నుండి దక్షిణదిశకు బోయినయెడల పైరెండు ప్రయోగములలోని పరిణామము వ్యతిరేకముగానగును. విద్యుత్ప్రవాహపూరితమైనతీగె అయస్కాంతమును ఎటువైపునకు త్రిప్పునో యనువిషయమునకు నొక జ్ఞాపకము కలదు. విద్యుత్ప్రవాహములో నొక విద్యుత్ పురుషుడు ఈత గొట్టుచున్నాడను కొనుము. ప్రవాహ మెటు ప్రవహించునో యటు అతనితల గలదనియు అతని ముఖ మెప్పుడును అయస్కాంతము వైపున్నదనియు కల్పనచేయుము. ఇట్టిదివ్య పురుషుని కుడిచేతివైపు



111 వ పటము.

అయస్కాంతము యొక్క దక్షిణ ధ్రువమును ఏడమచేతివైపు ఉత్తరధ్రువ

మును ఎల్లప్పుడునుఉండును. ఈపురుషుడు ఉత్తరధ్రువమువైపు చూచుచు ఎదుట నిలువబడియున్నయెడల ఆధ్రువమతని కుడివైపునుండి యెడమవైపునకు బోవును. ఇది విద్యుచ్ఛక్తికిని, లోహచుంబక శక్తికినిగల సంబంధము. ఇందుజెప్పబడిన విద్యుత్ పురుషుడు విషయబోధకై మాచే కల్పింపబడినవాడు. ఇట్టి పురుషుడు నిజముగా నొకడుకలడని బాలకులు తలపగూడదు.

తీగటపా.

(TELEGRAPH.)

ఇంగ్లీషులో టిలిగ్రామ్ అనుదానికి మేము తీగటపా యనిబేరు పెట్టినారము. దీనినే కొందరు 'తంతెవార్త' లేక 'తంతె' యనియెదరు. ఇందువలన వేలకొలది మైళ్లమీది వర్తమానమును క్షణములో తెలిసికొనుచున్నాము; వాయువేగ మనోవేగము లనునవి ప్రత్యక్షముగా జూచుచున్నాము. కాని వర్తమాన మింతదూరమునుండి యింతత్వరగా ఎట్లువచ్చునో మనము కనుగొనవలయును. తీగెమీద ఉత్తరము పరుగెత్తుచు బోవునని పల్లెటూరివాండ్లు తలచినట్లు మనము తలచి యూరకుండిన లాభములేదు. కావున తంతెవార్త పంపునట్టి యంత్రముయొక్క నిర్మాణము మొదలయినవానిగురించి యిచ్చట కొంచెము వ్రాసెదము.

నిర్మాణము.

"విద్యుత్ ఘటమాల" (Battery) వలన విద్యుత్తుపుట్టి తీగెల ద్వారా ప్రవహించునని చదువరు లెరిగియున్నారు. తీగెయెంత పొడువు గలదియైనను, ఆ తీగెయొక్క యొకచివర కాశీలోను రెండవచివర రామేశ్వరములోను ఉండినను కాశీలో నాతీగెకు నొక 'మాల' * (Battery) తగిలించిన అందలి విద్యుత్తు రామేశ్వరమువరకు బ్రసరించును. కాని తీగెయొక్క పొడువు హెచ్చినకొలదిని మాలయొక్క బలము హెచ్చుచుండవలెను. ఇట్లు రెండు స్థలములను తీగెతో కలిపి యొకచోట దానిని మాలతో కలిపినయెడల అందలి విద్యుత్ప్రవాహమును మన మొకచోట నెట్లు ఆడించెదమో యది రెండవచోట నట్లేయాడును.

కాశీలో మాలయున్న దనుకొనుము. అచ్చటినుండి తీగ ద్వారా రామేశ్వరమువరకు విద్యుత్తు వచ్చుచున్నదనుకొనుము. రామేశ్వరములోని తీగెయొద్ద స్వేచ్ఛగా దిరుగుచున్నట్టి యొక అయస్కాంతపు సూదిని ఉంచుము. ఉత్తరదక్షిణముల జూపవలసిన అయస్కాంతము పూర్వపశ్చిమదిక్కులకు దిరుగునని మన మెరుగుదుము. కావున కాశీలో మాలను తీగెతో కలపగానే రామేశ్వరములోని అయస్కాంతము తూర్పుపడమరలకు దిరుగును. వెంటనే మనము కాశీలో మాలకును తీగెకునుగల సంబంధమును తొలగించిన రామేశ్వరములోని అయస్కాంతము మరల ఉత్తరదక్షిణములకు దిరుగును. లేక తీగెనుండి యొకప్పుడు ధనవిద్యుత్తును, మరియొకప్పుడు ఋణవిద్యుత్తును ప్రవహించునట్లు చేసినయెడల రామేశ్వరములోని అయస్కాంతము కుడివైపునకును ఎడమవైపునకును తిరుగుచుండును. ఇట్లు ఆ అయస్కాంతము ఒకసారి కుడివైపునకు దిరిగిన 'అ' అను అక్షరము, కుడివైపునుండి ఎడమవైపునకుబోయిన 'క' అను అక్షరము అని గుర్తులు పెట్టుకొన్నయెడల కాశీలోని వారు తమ వార్తను ఈ తీగె సాయమున క్షణములో రామేశ్వరమునకు తెలుపవచ్చును. ఇది పూర్వపు టిలిగ్రాము పద్ధతి. ఇప్పుడింతకంటె సులభమైన పద్ధతినుపయోగించెదరు.

ఇప్పటి పద్ధతి.

ఇప్పటి తీగెటపా పద్ధతిలోని ముఖ్యాంశములు నాలుగు.

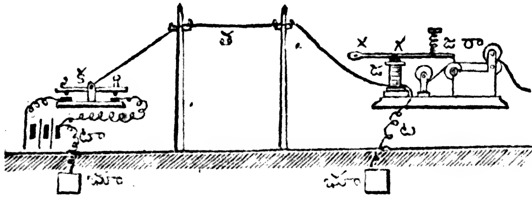
1) ఉభయస్థలములలోని విద్యుత్ప్రవాహ జనకములు.
2) విద్యుత్ప్రవాహజనకములను, రెండు స్థలములను గలుపుతీగె.

* తేప తేప 'విద్యుత్ ఘటమాల' యనుట కష్టము కావున 'మాల' యనియే వాడుదము.

(3) వార్తను బంపుయంత్రము (Sender), క్షేపకము;

(4) వార్తను గ్రహించు యంత్రము. గ్రాహకము, (A Receiver or Indicator).

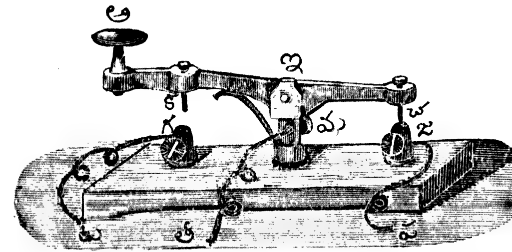
112వ పటములో నీనాలుగు అంగములును చూపబడినవి. 'క' అనునది కాశి, 'రా' అనునది రామేశ్వరము. కాశీనుండి రామేశ్వరమునకు వార్త పంపవలెను. 'టా' అనునది వార్తనంపెడి స్థలమునందలి మాల. ఇట్టి మాలయే వార్త గ్రహించెడి స్థలమునందును ఉండును. 'త' అనునది రెండు స్థలములను గలుపు తీగ. అచ్చటచ్చట స్తంభములు పాతి, వాని మీద పింగాణీ గిన్నెలవంటివి బోర్లించి వానికి తీగె చుట్టి యొక గ్రామము నుండి మరియొక గ్రామమునకు దీసికొనిపోవుట మనము చూచుచున్నాము. ఈదినములలో టెలిగ్రాపు స్తంభములు చూడనివారెవరు? ఈ స్తంభములకు పింగాణీ గిన్నెలంటించుట యెందుకు? అవి విద్యుద్వాహకములు కావు. అందుచే తీగెలోని విద్యుత్తును తాము గ్రహింపకయె ముందుకుబోనిచ్చును. ఆగిన్నెలు లేని యెడల స్తంభములు విద్యుద్వాహకము లగుటచే తీగెలోని విద్యుత్తునంతను లాగుకొని దానిని ముందుకు బోనీయకయుండును. 'క' అనునది క్షేపకము. 'గ' అనునది 'గ్రాహకము' వీనినిగురించి కొంచెము విస్తారముగ వ్రాయవలెను.



112 వ పటము.

క్షేపకము. (Key or Receiver.)

క్షేపకమనగా వార్తబంపునది యనియర్థము. 113వ పటములో దీని నిర్మాణము చక్కగ జూపబడినది. ఇది 'ఇ' అను ఆధారముమీద నిలిచియుండె 'అ' అను బొత్తమును ఒత్తగా, దీనియొక్క 'చ' అను చివర క్రిందికి మీదికి లేచుచుండును. ఇది యంతయు ఇత్తడితో చేయబడి కఱ్ఱమీద బిగింపబడినది. ఇందు చూర్చబడిన 'క', 'చ' అనుసూదులుమాత్రము 'ప్లాటినం' అనబడు లోహముతో జేయబడును. 'అ' అను బొత్తము అవిద్యుద్వాహక పదార్థముతో జేయబడినది. కఱ్ఱమీద 'గ' 'మ' 'జ' లను ఇత్తడి బొడ్లు మూడు కలవు. అందు 'మ' అనునది యంత్రమునకు నెప్పుడును తగిలియుండును. 'ఇ' అను ఆధారస్థలము దానిమీద నే కదులుచుండును. ఈమూడు ఇత్తడి బొడ్లు మూడింటికిని మూడు తీగెలు తగిలియున్నవి. 'గ' బొడ్డుకు తగిలియున్న 'తీగె' (Battery.) మాలతో గలుపబడును. 'మ'కు దగిలియున్న 'త' తీగె స్తంభములమీదనున్న పెద్దతీగెతో సంబంధము కలిగి యుండును. 'జ' అను బొడ్డుకు తగిలియున్న తీగె వార్తపంపుస్థలమునందలి (కాశీలోని) గ్రాహకములోననగా రామేశ్వరమునుండి వచ్చు సమాచారమును గ్రహించు యంత్రముతో సంబంధము కలిగియుండును. ఇట్లే 'క్షేపకము' యొక్క నిర్మాణమును కనుగొనినతరువాత వార్తనంపువిధమెట్టిదియో కనుగొందము.



113 వ పటము.

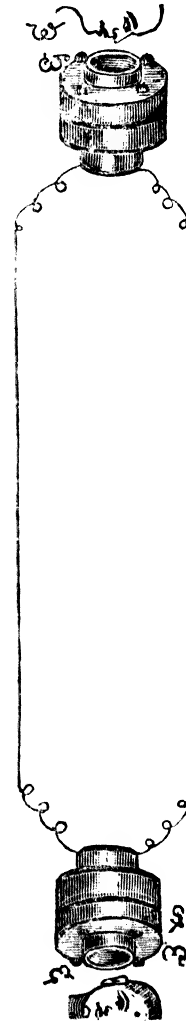
వార్తనంపు విధము.

113వ పటములో 'క' అనుసూది 'గ' అను బొడ్డుకు తగలలేనట్టు చూపబడినది. 'అ' యను బొత్తాము చేతితో క్రిందికి నొక్కుము. అప్పుడేమగును? 'చ' అను 'సూది' మీదికిలేచును; 'క' అను సూది క్రిందికివచ్చి 'గ' అను బొడ్డుకుదగులును. 'చ' మీదికి పోయినందున గ్రాహకముతో దానికి సంబంధము లేక యుండును. 'క' వచ్చి 'గ' కు తగిలినందున దానికిని 'మాల'కును సంబంధము కలుగును. అందుచే విద్యుత్ప్రవాహము 'త' అను తీగెగుండ రామేశ్వరము వరకు ప్రవహించును. చెయితీసినయెడల 'క' మరలమీదికిలేచును. మాలకును తీగెకును సంబంధము తెగును. విద్యుత్ప్రవాహమాగి పోవును. ఇట్లు యంత్రమును మీదికి క్రిందికి నాడించుచుండినయెడల విద్యుత్ప్రవాహము ఒకప్పుడు ప్రసరించును, మరియొకప్పుడు ఆగును. 'క' 'గ' అనునవి తగిలినప్పుడు ప్రవాహము తీగెలో ప్రవహించును. 'క' 'గ' లువిడిపోయినప్పుడు ప్రవాహమాగును. 'క, గ' లు తగిలిమిక్కిలిసేపున్నయెడల ప్రవాహము మిక్కిలిసేపు ఉండును; కొంచెముసేపు తగిలి యున్నయెడల కొంచెముసేపు ఉండును. క్షణముసేపు తగిలి యుండిన దానికి 'చుక్క' (dot) యనియు, కొంచెము కాలమధికముంచిన గీటు (dash) అనియు పేళ్లు. ఒక చుక్క ఒకగీటు కలిసిన ఇంగ్లీషులోని 'ఏ' (A) అనుఅక్షర మగును. ఒకగీటు మూడుచుక్కలయిన 'బీ' (B) యగును. ఇట్లు ఇంగ్లీషు భాషలోనియన్ని అక్షరములకు గుర్తులు ఏర్పరుపబడినవి. మన మేప్రకారము కాశీలో ఈ ప్రేషక యంత్రమును ఆడించెదమో యట్లే గ్రాహకయంత్రము రామేశ్వరములో ఆడును. దాని ధ్వనినిబట్టి యాశబ్దములు వ్రాసికొనవచ్చును. ఇట్లు తీగెటపా పంపబడును.

టెలిఫోన్.

"తీగెటపా" లేక "విద్యుత్ వార్తామార్గము" (Telegraph)ను గూర్చి కొంత మనకు తెలిసియున్నది. ఇందు వార్తను బంపు స్థలమును,

దానినందుకొనుచోటును తీగలవలన కలపబడి యుండును; ఆ తీగల గుండ విద్యుత్ప్రవాహము బోయి దానికిగల లోహచుంబక శక్తివలన ఆవలిస్టేషనులోని ఇనుపముక్కను ఆకర్షించును. ఆ ఆకర్షణ, క్షణ క్షణమునకును గలుగుటచే, ఆముక్క వెనుకకు, ముందుకు కదలి టకటకమని ధ్వనిజేయును; ఆధ్వనులనుబట్టి అక్షరములేర్పరుపబడి వానివలన వార్తలను బంపుటకు వీలగుచున్నది. అట్టి వార్తామార్గముల యందలి తీగెలు తెగిన, వార్తలను బంపుటకు వీలు లేదు.

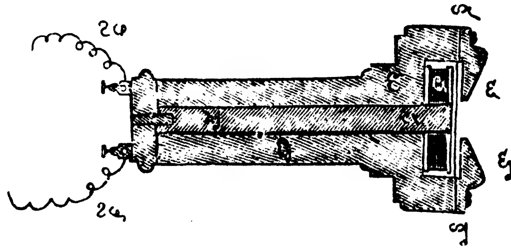


114వ పటము.

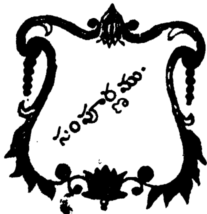
వార్తలను పైన చెప్పిన సంకేతధ్వనుల వలననేగాక, కొద్దిదూరములలో శబ్దములనుగూడ బంపవచ్చును; ఒకస్టేషనులో నొకడు మాట్లాడిన, ఆ మాటలు రెండవస్టేషనులో చెవియొగ్గి వినుచున్న మరియొకనికి వినబడును; ఈవిధమైన వార్తామార్గములను "టెలిఫోను" అందురు. 114 & 115 వ పటములను చూడుము. అందు 114వ పటము యంత్రముయొక్క బహిఃస్వరూపమును చూపును. అందు ఒకవైపు ఒకరు మాట్లాడుచున్నట్లును, ఇంకొకరు మరియొకవైపు వినుచున్నట్లును చూపబడినది. 115 వ పటము యంత్రముయొక్క అంతర స్వరూపమును చూపును. "టెలిఫోను" వార్తను బంపుటకును, అందుకొనుటకును, గావలసిన సాధనములను క్రింద వివరించుచున్నాము. పంపుటకును, అందుకొనుటకును ఒకే విధమైన సాధనము నుపయోగింపవచ్చును.

ఒక పొడుగైన ఉక్కుతో చేయబడిన అయస్కాంతము (స సా) ఉండును; దాని ఒక ధ్రువము

చుట్టును, అనేకచుట్లు తిరిగిన, సన్నని తీగచుట్ట 'త' అనునదిఅమర్చబడి యుండును; ఆతీగచుట్టయొక్క రెండుచివరలును రెండుచీలలు (సి, సీ) లతో కలిసియుండును. తీగ చుట్టియున్న ధ్రువమునకు, సహస్రాంశ మీటరు దూరమున 'క కా' యను ఒక పల్చని ఇనుప (Soft iron) రేకు, 'చ చా' అను రెండు కఱ్ఱ దిమ్మలవలన, అయస్కాంతముయొక్క ముందును, పైపైకును, దిమ్మలకును మధ్యను ఉండునట్లుచేయబడును. ఈసాధనముయొక్క


115 వ పటము.

(సి, సీ) అను రెండు చీలలును 'మాల' యొక్క తీగలతో కలుపబడును. ఇప్పుడు ఇనుపరేకు సమీపమున మాటలాడిన, ఆమాటలవలన నది కంపించును; ఆ కంపనమువలని ఫలితము, తీగలగుండ బోయి, ఆవలి చివరనున్న, ఆ దేతరహ సాధనమునందలి యినుపరేకును, కంపమొందించును. అది మొదటిదానితో సరిగా కంపింపబడుటచే ఆకంపనములవలన గలిగిన శబ్దములే యచ్చటగూడ వినబడును; ఆ శబ్దములను బాగుగ వినుటకు గ్రామొఫోనునందలి గొట్టమువంటి గొట్టమొకటి అచ్చటయుండిన నవి బిగ్గరగా వినబడును. ఇదియే టెలిఫోనుయొక్క ముఖ్యరహస్యము.



పరిశిష్టము 1.

ప్రకాశ కిరణముల పరావర్తన వక్రీభవనముల వలన గలుగు సృష్టి చమత్కారములు.

సూర్యుని కిరణములు వాయువులోని రజోకణముల మీదను జల బిందువుల మీదను పడి కొన్ని సమయములయందు పరావర్తనమును, కొన్ని సమయముల యందు వక్రీభవనమును, కొన్ని సమయముల యందు ఉభయమును, చెందినందువలన, ఉషస్సు, ఇంద్రధనుస్సు, ఎండమావులు మొదలయిన వినోద కరములగు సృష్టి చమత్కారములను మనము చూచుచున్నారము. వానిలో కొన్నిటిని గురించి యిచ్చట సంగ్రహముగా వ్రాయుచున్నారము.

ఇంద్రధనుస్సు.

(RAINBOW.)

వర్షాకాలములో అప్పుడప్పుడు ఆకాశమునందు ఏడురంగులవలయములుగలిగి చూచుటకెంతయు చక్కగానుండు నింద్రధనుస్సును మనము చూచుచున్నారము. పురాతన కాలమునుండియు జనులు దానిని చూచి యచ్చెరువంది, యదియీశ్వర ప్రసాదమనితలచి దానిని గురించి యనేక గాథలు కల్పించియున్నారు. ఇంద్రధనుస్సు కానవచ్చిన వనము పవిత్రమైనదనియు క్రతువులుచేయుటకు నుత్తమస్థలమనియుతలచిరి. మనవారిది యింద్రుని ధనుస్సనిచెప్పిరి. కానిదాని నిజమైన యుత్పత్తికారణమును కనుగొనరైరి. వర్షాకాలములో అప్పుడప్పుడు సూర్యాస్తమయమునకు బూర్వమందును, సూర్యోదయమునకు తరువాతను కొంత కాలమువరకు ఇంద్రధనుస్సు కానవచ్చును. ఏడురంగుల వలయములుకలసి యొక ధనుస్సు అగును. ఈ వలయములు ఒకటినొకటియంటుకొనియున్నట్లుకానవచ్చును. ఇంద్రధనుస్సులో గానవచ్చు నేడురంగులు, మనము సూర్యకిరణమును

పృథక్కరించినప్పుడు కానవచ్చిన యేడురంగులే. 116వ పటముచూడుము. ధనుస్సులో నెఱ్ఱని వలయము అన్నిటికంటె వెలుపల అనగా పైభాగమందు నుండును. దాని క్రింద క్రమముగా నారింజ రంగువలయము, పసుపు వలయము, ఆకుపచ్చ వలయము, నీలపురంగు వలయము, నీలిరంగువలయము, ఉండును. అన్నిటికంటె క్రింద ఊదారంగు వలయముండును.

సూర్యుడు క్షితిజముమీదికి (Horizon) 42^0 అంశములెక్కిన తరువాతనింద్రధనుస్సు కానరాదు. క్షితిజమనగా ఆకాశమును భూమియు నెచ్చటకలిసినట్లు కానవచ్చునో యావలయాకార ప్రదేశము. సూర్యుడు చంద్రుడు నక్షత్రములు మొదలయిన ఖగోళములన్నియు క్షితిజము మీదికి వచ్చినగాని మనకు గానరావు. అనగా అవన్నియు క్షితిజము మీదికి వచ్చినప్పుడు అవి యుదయించెనని మనము చెప్పుదుము. క్షితిజము మీద సూర్యుడెన్ని యంశము లెక్కెననగా ఎంత ప్రొద్దెక్కినది యని యర్థము. ఖగోళమంతయు 360^0 అంశములుగా విభజింపబడినది. అనగా సూర్యుడెనిమిది జాములలో 360^0 అంశములు తిరిగి వచ్చును.* కావున జామునకు 45^0 అంశములు. ఇకసూర్యుడు 42^0 అంశములు మీదికెక్కెననగా నేమి యర్థమో చదువరులు లెక్కవేసికొనవచ్చును.

ఇంద్రధనుస్సెప్పుడును సూర్యునికి నెదుటి దిక్కున నుండును. ప్రొద్దుటఁ గానవచ్చు ధనుస్సు పశ్చిమము వైపునను, సాయంకాలమున గానవచ్చు ధనుస్సు తూర్పువైపునను కనపడును. సూర్యాస్తమయ సమయమున సూర్యుడు క్రిందికి పోయిన కొలదిని ధనుస్సు పైకిపైకివచ్చును. సూర్యోదయ కాలమున సూర్యుడు పైకివచ్చిన కొలదిని ధనుస్సు క్రిందికిక్రిందికి పోవును. ధనుస్సును చూచువారివీపు సూర్యుని వైపున నుండును.

* సూర్యుడు తిరుగునని పైన వ్రాసినమాట వ్యావహారికము. బాలుర బోధనిమిత్తమై, వ్రాయబడినది. నిజముగా భూమి సూర్యుని చుట్టుతిరుగుచున్నందున సూర్యుడు తిరుగుచున్నట్టు భ్రమ కల్గును.

సూర్యుని, చూచువాని తలను, కలిపి యొకరేఖ కల్పించుకొని దానిని పెంచిన నది వలయాకార ధనుస్సుయొక్క మధ్య బిందువును తాకును. అనగా సూర్యుడు, ధనుస్సును చూచువాని తల, ధనుర్వలయమధ్యబిందువు, ఈ మూడును ఏక రేఖలోనుండును, అని యర్థము.

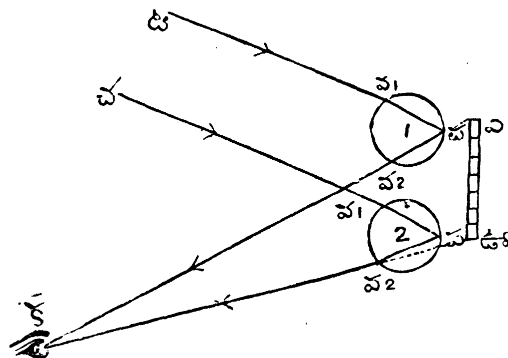
ధనుస్సుయొక్క యుత్పత్తి.

ఇకనింద్ర ధనుస్సు ఉత్పన్నమగు విధమును విచారింతము. వర్ష రూపమున క్రిందికి దిగుచున్న గుండ్రని జలబిందువులమీద సూర్యకిరణములు వంకరగాపడి వక్రీభవనమును చెంది బిందువులోనికి జొరబడి యచ్చట పరావర్తనము చెంది బిందువులోనుండి వెలువడి మరల వక్రీభవనమును చెంది చూచువాని కంటివరకువచ్చును. ఇట్లు సూర్యునియొద్దనుండి బయలుదేరిన కిరణము రెండుసార్లు వక్రీభవనమును, ఒక్కసారి పరావర్తనమును చెందిన, కిరణముయొక్క దిశమారిపోయి యదిసూర్యునికి నెదటి దిశనుండి వచ్చుచున్నట్లు కనబడి సూర్యుని వైపు వీపు త్రిప్పియున్న జనులకు ధనురాకారము యొక్క యాభాస కలిగించుచున్నది. ఈ యంశములు 116 వ పటమువలన స్పష్టపడగలవు.

ఈ పటమునందు కిరణము జలబిందువులో ప్రవేశించి చూచువారి కనులలోనికి వచ్చువరకుగల దానిమార్గము చూపబడినది. ఏబిందువుల వలన ధనుస్సు ఉత్పన్నమగునో యట్టి జలబిందువులు రెండుమాత్రము చూపబడినవి. కిరణముల మార్గము స్పష్టముగా తెలియుటకు యీ బిందువులు పెద్దవిగాచూపబడినవి. కావున వానినడుమ విశేష స్థలము కానవచ్చుటలేదు. కాని జలబిందువుల మాలలో నీరెండు బిందువులు రెండు చివరల నున్నవనియు, వీనినడుమ పెక్కుబిందువులు కలవనియు చదువరు లెరుంగవలయును.

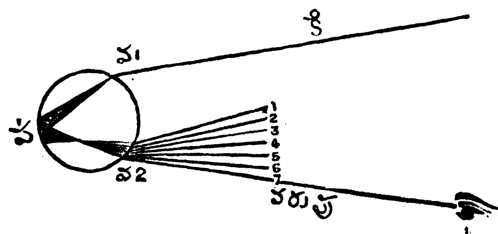
రంగులేర్పడు విధము.

116వ పటము చూడుము. 'ట' అను కిరణము '$వ_1$' అను చోట 1వ బిందువులో జొరబడి వక్రీభవనమును చెంది, బిందువులో 'ప' వరకు పోయి, బిందువు గుండ్రముగానుండుటచే, నచ్చట పరావర్తనము చెంది '$వ_2$' అనుచోట బిందువులోనుండి వెలువడి తిరిగి వక్రీభవనము చెంది 'క' అను చోట చూచువాని కంటిలో ప్రవేశించును.



116 వ పటము.

కిరణము గాలిలోనుండి జలములోనికి ప్రవేశించినందున '$వ_1$' అనుచోట మొదట వక్రీభవనము చెందును. మరల జలములోనుండి గాలిలో ప్రవేశించినందున '$వ_2$' అనుచోట రెండవసారి వక్రీభవనమును చెందును. కిరణము మొదట జలబిందువులో ప్రవేశించినప్పుడు మిక్కిలి చిన్నదియైయున్నను, రెండుతడవలు వక్రీభవనము చెందుటచే పృథక్కరింపబడి, యేడురంగులుగల కిరణములతో 'చిత్రవర్ణము' (Spectrum) అగును. 117వపటము చూడుము. ఈ చిత్రవర్ణములోని కిరణములు మిక్కిలి యెక్కుడు స్థలమును వ్యాపించినందున నవన్నియు మన కంటిలో పట్టజాలవు. కావున నందు ఏరంగు కిరణములు



117 వ పటము.

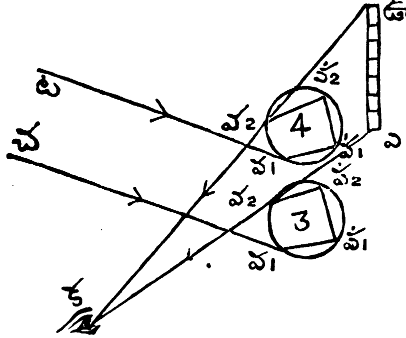
ప్రవేశించునో యా రంగుమాత్రము మనకు గోచరమగును. ఎఱ్ఱకిరణముల కంటె ఊదాకిరణము లధికవక్రములు. 1వబిందువులోని యెఱ్ఱకిరణములు ప్రేక్షకుని కంటిలో ప్రవేశింపగా నా బిందువులోనుండి వచ్చు నారింజరంగు కిరణములు, ఆకుపచ్చని కిరణములు మొదలయిన కిరణములన్నియు, నెఱ్ఱరంగు కిరణములకంటె నెక్కుడు వక్రము లయినందున కంటికి పైననుండును. కావున కనుపడవు. 117వ పటము చూడుము.

'క $వ_2$' అను రేఖను పెంచినయెడల నది చిత్రవర్ణములోని 'ఎ' అను స్థలమునగలియును. అచ్చట మనకు నెఱ్ఱరంగు కానవచ్చును. ఇక క్రిందనున్న 2 వ జలబిందువు వైపు చూడుము. దానిమీద బడ్డ 'చ' అను కిరణముగూడ 'ట' కిరణమువలె రెండు సారులు వక్రీభవనమును, ఒకసారి పరావర్తనమును చెంది ప్రేక్షకుని కంటిలో ప్రవేశించును. ఈ 2వ బిందువు 1వ బిందువు వద్దనుండి చాలాదూరముగానున్నది. కావున దాని యొద్దనుండి పృథక్కరణమును చెంది వచ్చు కిరణములలో నెక్కుడు వక్రతగల ఊదారంగు కిరణములు మాత్రము ప్రేక్షకుని కంటిలో ప్రవేశించును. కావున 2వ బిందువులోని 'క $వ_2$' కిరణమును పెంచిన నది చిత్రవర్ణములోని 'ఊ' అను స్థలమున ఊదారంగును చూపును. 1 వ 2 వ బిందువులకు నడుమనుండు వేరువేరు బిందువులనుండి వచ్చెడి కిరణముల వక్రీభవనమువలన 'పసుపు' 'ఆకుపచ్చ' మొదలయిన రంగులు ఇంద్రధనుస్సులో మనకు కానవచ్చును. ఇట్లు ధనుస్సులోని యేడురంగులును కనుపట్టును.

రెండు ధనుస్సులు.

ఒకానొకప్పుడు మనము రెండింద్రధనుస్సులను చూచుచున్నారము. అందు మీదవర్ణింపబడినది ముఖ్యధనుస్సు. ఉపధనుస్సు ముఖ్యధనుస్సునకు వెలుపలను అనగా పైభాగమునను ఉండును. అందలి రంగులు ప్రథమధనుస్సులోని రంగులవలె ప్రకాశవంతములయి యుండవు. మంద తేజస్సు

గలిగియుండును. ఇందలి రంగులలో మరియొక విశేషము కలదు. ఇందలి రంగుల క్రమము ముఖ్యధనుస్సు రంగుల క్రమమునకు దలక్రిందుగా నుండును. అనగా నిందు ఊదా రంగు వలయము వెలుపలను దానిక్రింద నీలిరంగు వలయమును, దానిక్రింద నీలమేఘము రంగు వలయమును, దానిక్రింద ఆకు పచ్చరంగు వలయమును, దానిక్రింద పసుపుపచ్చ రంగువలయమును. దానిక్రింద నారింజరంగు వలయమును, దానిక్రింద ననగానన్నిటి క్రింద నెర్రరంగు వలయమును ఉండును.



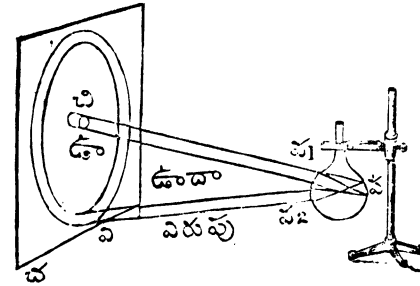
118 వ పటము.

ఇట్లు ఉపధనుస్సు కనబడుటకు కారణమేమి? బిందువులో కిరణము ఒకసారి పరావర్తనము చెందునని యిదివరకు చెప్పియున్నారము. అట్లుగాక ఒక్కొకప్పుడు బిందువుయొక్క గుండ్రతనమునుబట్టి కిరణము అందులో రెండుసారులు పరావర్తనమును చెందును. అందువలన నీయుపధనుస్సు పుట్టుచున్నది. కిరణములు రెండుసారులు పరావర్తనము జెందినందున వానిదిశలు మారును; కాంతిగూడ తగ్గును. 118 వ పటము వలన నుపధనుస్సుయొక్క యుత్పత్తివిధము తెలియగలదు.

ఇంద్రధనుస్సును చేయుట.

నీళ్లు తుంపరలుగా పైకి నెగురుచున్నప్పుడు వానిమీద సూర్యకిరణములుబడి యొకవిధమైన చిన్న ఇంద్రధనుస్సు కానవచ్చును.

గదిలో నింద్రధనుస్సును చూడవలెనన్న ఈ క్రింది ప్రయోగము చేయుము. 119వ పటము చూడుము. గదికినున్న కిటికిలోని యొక చిల్లి



119 వ పటము.

(చి) ద్వారా కొన్ని సూర్యకిరణములనుగదిలోనికి తెమ్ము. ఒక చిన్న గాజు బుడ్డిలో స్వచ్ఛమైన నీరుపోసి దానిమీద నా కిరణములు పడునట్టుగా చేయుము. కిరణములు బుడ్డిలోనికి 'వ$_1$' అను చోట ప్రవేశించి 'వక్రీభవనము' చెంది 'ప' వరకు బోవును. బుడ్డి గుండ్రముగా నున్నందున 'ప' అనుచోట నవి 'పరావర్తనము' చెందును. 'వ$_2$' అను చోటినుండి అవి వెలువడి వక్రీభవనము చెంది, ఏడురంగులుగా పృథక్కరణము జెంది యేడు చిన్న వలయములుగా నా కిటికిమీదనే పడును. ఇట్లు వినోదార్థమై యింట్లో నింద్రధనుస్సును నిర్మింపవచ్చును.

సూర్యచంద్రుల పరివేషములు.

సూర్యునిచుట్టును చంద్రునిచుట్టును తేజోరూపములయిన వలయములు ఏర్పడి కొంతకాలము వరకుండి తరువాత పోవుట మనము చూచుచున్నారము. ఇట్టి దానిని సాధారణముగా "వరదగుడి" అందురు. ఈవలయములుకూడ ప్రకాశకిరణముల వక్రీభవనమువలన నేకలుగుచున్నవి. మిక్కిలి యెత్తుమీదనున్న గాలిలోని మేఘములు, మంచు మొదలయిన వానికణములు హిమమయములుగా నగా మంచుగడ్డలవలె నుండును. వానిలోనుండి కిరణములు వెలువడినప్పుడు వక్రీభవనము చెంది మనకనులలో ప్రవేశించినందున ఈ వలయము కానవచ్చును. సూర్యుని, కంటిని కలుపు రేఖను 60 అంశములు వంకరగానుండు రేఖనొకదానిని చుట్టు త్రిప్పినది యాకాశమును నెచ్చట స్పృశించునో యాచోట వలయము కానవచ్చును. సూర్యుని చుట్టి అన్నివైపులను మేఘములుగాని మంచుగాని

యున్నయెడల పరిఘము పూర్తిగా గానవచ్చును. లేనియెడల కొంత భాగమే కానవచ్చును.

ఎండమావులు: మృగజలము.

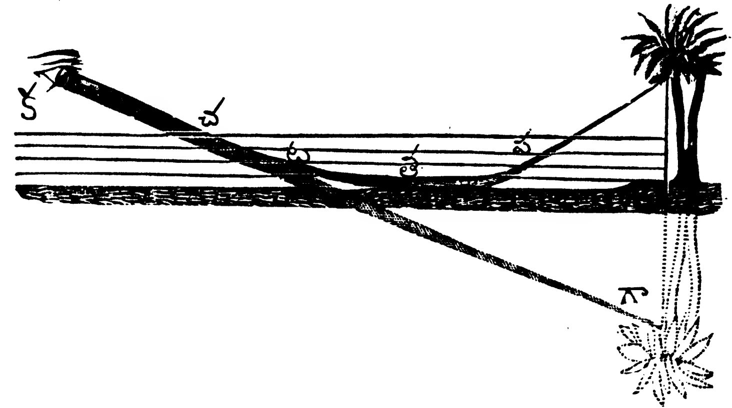
(MIRAGE.)

ఇసుకగల మైదానములో నెండవేళ క్రిందిభూమి వేడిమిచే కాలుచుండును. దాని సంసర్గమువలన నచ్చటి గాలియు వెచ్చనై మీదికి బోవును. ఇట్టి సమయములందు గాలి బహు శీఘ్రముగా వేడిమిజెందినందున గాలిలోని క్రిందిపొరలు పలుచగను, పైపొరలు చల్లనివి గనుక సాంద్రత గలిగినవిగను అనగా గట్టివిగను ఉండును. ఇది యెప్పటి స్థితికి విపరీతమైన స్థితి. ఇట్టిస్థితి వాతావరణములో కొంతసేపున్నందున ప్రకాశకిరణములు వేరువేరు సాంద్రతగల గాలి పొరలలోనుండి పోయి వక్రతను చెంది, ప్రతిబింబము పైనగానవచ్చుటకు మారుగా క్రిందికి గానవచ్చును.

ఇదియుగాక క్రిందిగాలి మీదికి, మీదిగాలి క్రిందికి పోవుచున్నందున వాతావరణము అస్థిరస్థితిలో నుండును. వక్రీభవనముకూడ నట్టిస్థితిలో నేయుండును. కావున దూరమునుండి చూచువారికి నెండమావుల భ్రమ కలుగుచున్నది. అనగా నరణ్యమున్నచోట నీళ్లతో నిండినకొలను ఉన్నట్లు భ్రమకలుగుచుండును. ఆ నీటియందు దూరపు వృక్షాదులు ప్రతిబింబితములై గాలియస్థిరత్వమువలన నూగులాడుచుండ నాకొలనులోని నీరుగాలివలన కదులుచున్నట్లు తోచును. ఇట్టి యెండమావులను జూచి దప్పిగొన్న మృగములు నీరని భ్రమపడి దానివెంట దవిలి తుదకు నీరు దొరకక శ్రమచే చచ్చిపోవును. కావున సంస్కృతములో నెండ మావులను మృగజలమనియెదరు.

ఈక్రింద జూపబడిన 120వ పటమువలన మృగజలము యొక్క యుత్పత్తి తెలియగలదు. అందు 'క' అన్నది చూచువాని కన్ను. గీట్లుగా

జూపినవి వాతావరణముయొక్క యస్థిరపుపొరలు. 'గ' అనునది దూరముననున్న యొకచెట్టు. 'గ ప' అను నొకకిరణము గాలి పొరలలోనుండి



120వ పటము.

వక్రీభవనము చెందుచు 'క' అను చోట భూమినితాకి పూర్ణపరావర్తనము చెంది మరల గాలి పొరలలో వక్రీభవనము చెందుచు 'క' వరకు వచ్చును.

చ'యను సరళరేఖను పెంచిన నది 'గా' యనుచోట వృక్షముయొక్క శిఖరమును కనపర్చును. కావున ఇట్లే వృక్షముయొక్క ప్రతిభాగమును క్రిందభాగమున తలక్రిందుగా గానవచ్చును. గాలి చంచలముగానున్నందున ఈ ప్రతిబింబమును కదులుచుండును. అందుచే చూచువానికి నదియొక జలసంగ్రహమనియు నందు వృక్షాదులు ప్రతిబింబితములైనవనియు, గాలిచే నీరు కదులుచున్నదనియు భ్రమకలుగును. ఇట్టి చిత్రములు మరుప్రదేశములలో నెక్కుడు కానవచ్చును. గావున వీనికి 'మరుమరీచికలు' అని పేరువచ్చెను.

ఎసరువచ్చిన నీటియావిరి పాత్రలోనుండి కొంత యెత్తువరకు నదృశ్యముగా పోవుచుండును. ఆప్రదేశములోనుండి యావలనున్న వస్తువులను చూచిన యెడల నవి నీటిలో తేలి కదులుచున్నట్లు భ్రమకల్గును.

వెచ్చనై పల్చబడిన గాలిమీదికిపోవుచోటులనెల్ల యిట్టి చమత్కారములు కానవచ్చును.

ఉషఃకాలము.

ఖగోళమునందలి యసంఖ్య చమత్కారములకు కిరణపరావర్తన వక్రీభవనములే కారణములు. ఆకాశము నీలముగా గానవచ్చుట, ఉదయాస్త సమయములందు కిరణములకు రక్తిమవచ్చుట, సాంధ్యరాగము ప్రొద్దున సాయంకాలమున గానవచ్చుట, సంధ్యలు మొదలయిన ఖగోళ చమత్కారములన్నియు సూర్యకిరణములు, గాలిలో చెందుచున్న మార్పుల వలననే గలుగుచున్నవి.

మనభూమి తనదైనందిన గతి(Diurnal motion)వలన తన చుట్టు తాను తిరుగుచుండును. ఉదయమున తూర్పుభాగమునకు చిన్న చిన్నగా సూర్యునివంక తిరుగును. సూర్యుడు క్షితిజ సమీపమునకు వచ్చినకొలదిని సూర్యోదయమునకు పూర్వమే యతని కిరణములు వాతావరణము (Atmosphere) యొక్క క్రింది పొరలలో ప్రవేశించును. మొదట పూర్వ దిగ్భాగము కొంచెము తెల్లగా నుండును. క్రమ క్రమముగా నాదిక్కు యొక్క కాంతి హెచ్చుచు నదియవర్ణనీయమైనయారక్తవర్ణమును పొందును. ఇదియే సాంధ్యరాగము.

వాతావరణములోనున్న రజఃకణములే ఇందుకు గారణము. భూతలమునుండి యెన్నియో మైళ్లవరకు వాతావరణమంతయు రజఃకణములతో నిండియున్నది. ఈరజఃకణద్రవ్యము లనేక విధములు. కొన్ని మృత్తికా కణములు, కొన్ని క్షార కణములు, కొన్ని జలకణములు, కొన్ని వృక్ష జంతుజాలములనుండి పుట్టిన ద్రవ్యముల కణములుగా ఉండును. చీకటిగది లోనికివచ్చు కిరణ శలాక (Pencil of rays) లో కనబడు రజోకణము లిట్లు గాలిలో వ్రేలాడుచున్నవియే. అవి యిట్టివానిలో మిక్కిలి పెద్దవి యని చెప్పవలసి యున్నది. పైభాగమందునుండు రజఃకణములు

మిక్కిలి చిన్నవి. పైకి పోనుపోను అవి యత్యంత సూక్ష్మములై మిక్కిలి బలము గల సూక్ష్మదర్శనికిగూడ గానరావు. ప్రకాశ కిరణములకు వీని వలన గలుగు పరావర్తనాది పరిణామముల వలన వీని యునికి తెలిసికొన వలసినదేగాని వీనినెరుగుమార్గము మరేమియులేదు.

సూర్యుడు క్షితిజమునకు క్రింద 18^0 అంశము లుండగా నన గా సూర్యోదయ మగుటకు నారున్నరగడియల ప్రొద్దుండగా సూర్యుని కిరణములుపలుచగానున్నట్టియు, సన్నని రజఃకణములు గలిగినట్టియు, నెత్తుగా నున్నట్టియు వాతావరణములో ప్రవేశించును. ఆ ప్రదేశము రమారమి నలుబదియైదు మైళ్ళ ఎత్తున నున్నది. అచ్చటికి రాగానే బహుకొద్ది కిరణములు పరావర్తనము చెందును. అందువలన సంధిప్రకాశము ప్రారంభమగును. సూర్యుడు క్షితిజమును సమీపించిన కొలదిని కిరణములు వాతావరణములోని క్రిందిప్రదేశముపై పడును. అచ్చట రజఃకణములు పెక్కులుగను, పెద్దవిగను ఉండుటచే కిరణములు ఎక్కువగా పరావర్తనము చెందును. ఈపరావర్తనము అనియమిత పరావర్తన మగుటచే సూర్యుని ప్రతిబింబము మనకు గానరాదు. దిక్కులన్నియు కాంతి కలవియగును. ఇట్లు సూర్యుడు క్షితిజము మీదికి వచ్చువరకు అనగా సూర్యోదయమగు వరకు పరావర్తనమునుజెంది వచ్చు సూర్యప్రకాశమునకు ఉషస్సనియు, సంధిప్రకాశమనియు, సాంధ్యరాగమనియు పేళ్లు.

సాంధ్యరాగపు రంగులు.

సూర్య కిరణములలో నేడు రంగులుండగా సాంధ్యరాగము నందు నెరుపు రంగుయొక్క ప్రాబల్యమేలయని చదువరులకు సంశయము కలుగవచ్చును. రజః కణముల పరావర్తక శక్తి వాని యాకారమును బట్టియుండును. మిక్కిలి సూక్ష్మములయిన కణములు ఊదాకిరణములను, నీలి రంగు కిరణములను, మాత్రము పరావర్తించును. అందుచేతనే ప్రొద్దున మొదట గల్గు సంధిప్రకాశము ఆరక్తము గా నుండును. ఊదా రంగుగా

నుండును. ఎందుకనగా నవి, వాతావరణములో మిక్కిలి మీదనున్నట్టియు, అతి సూక్ష్మమైనట్టియు రజఃకణములచే పృథక్కరణము చేయబడిన సూర్యకిరణములచే గలిగినవి. రజఃకణముల సూక్ష్మత తగ్గినకొలదిని, అనగా అవి పెద్దవియైన కొలదిని, క్రమముగా ఆకుపచ్చ, పసుపు, నారింజ, ఎరుపు రంగుల కిరణములను పరావర్తించు సామర్థ్యము వానికి గలుగును. ఇంతియ కాదు, ఆ పెద్ద కణములు ఊదా నీలిరంగుల కిరణములను నిగ్రహించును. అందుచే కిరణములు వాతావరణములోనికి వచ్చునపుడు సూర్యోదయము వరకు నాకాశములో నెర్ర నారింజ, పచ్చకిరణములు మాత్రము మనవరకు వచ్చును. మిగిలిన రంగులు 'నిగ్రహణము' వలన త్రోవలోనె లోపించును.

సూర్యోదయమునకు పూర్వమును, సూర్యాస్తానంతరమును మేఘములకు చిత్రవర్ణములు కలుగుటకును పైని వర్ణించిన కణ సూక్ష్మతయే కారణము. ఏ మేఘముల కణములత్యంత సూక్ష్మముగా నుండునో, యే మేఘములు మిక్కిలి యెత్తుగా నుండునో యవి నీలిరంగును, ఆకుపచ్చ రంగును కలవిగా నుండును. ఏ మేఘముల కణములు పైవానికంటె పెద్దవో, యే మేఘములు, వాతావరణముయొక్క క్రింది భాగమున నుండునో యవి పసుపు రంగువిగను, నారింజ రంగువిగను ఎర్రవిగను ఉండును. మేఘము మిక్కిలి పలుచగ నున్నప్పుడు ఎత్తుగ నుండుననియు, దాని జల కణములు పెద్దవి యగుచు బరువెక్కిన కొలదిని అది క్రిందికి వచ్చుననియు చదువరు లెరిగియున్నారు. అందుచేతనే మేఘము, మీదినుండి క్రిందకివచ్చిన కొలదిని దానిరంగు మారుచు తుదకు నది యెర్రగ గానవచ్చుట మనము చూచుచున్నారము. ఇట్లు సంధ్యారాగమునకు కారణము రజఃకణముల యొక్క పరావర్తక నిగ్రాహక శక్తియే.

లేని యాకాశమునకు రంగు.

ఆకాశమనగా అవకాశము, బట్టబయలు, అభావము అని యర్థము. అట్టియాకాశము నీలముగానున్నదని మనము చెప్పుచున్నారము. ఇట్టి భ్రమకు కారణమేమి? గాలిలోనున్న రజములయందు గల కిరణ పరావర్తన శక్తియే యిందుకును గారణము. ఆకాశమందలి గాలిలో నెత్తుగ మిక్కిలి సన్నవియగు రజఃకణములు గలవని చెప్పియున్నాము.

ఊదా నీలము రంగుల కిరణములను మాత్రము పరావర్తించు శక్తి వానికి గలదనియు చదువరులెరుంగుదురు. అట్టి రజఃకణములు తమమీద పడు ప్రకాశమునకు పరావర్తనము కల్పించినందున మనకు ఆకాశములో నొక విధమైన నీలపు రంగు కనబడుచున్నది. అదియే యాకాశము రంగని మనము భ్రమపడియెదము. లేని యాకాశమునకు రంగక్కడిది?

ఇట్లు రజఃకణములు ఆకాశములోనుండి ప్రకాశ కిరణములను అనియమితముగా పరావర్తింప జేయనియెడల నాకాశము నీలముగా గానరాక నల్లగా గానవచ్చుననియు, పగటియందు గ్రహతారకాదులు కానవచ్చుచుండుననియు, సూర్యుడిప్పటికంటె నెక్కుడు ప్రచండుడుగ కానవచ్చియుండును అనియు ప్రొఫెసర్ లాంగలె యనువిద్వాంసుని యభిప్రాయము.

పరిశిష్టము 2.

మలామా చేయు విధము.

(GILDING.)

మలామా చేయుటయనగా, బంగారు, వెండి, మొదలైన ఉత్తమ లోహములను, రాగి, ఇనుము, ఇత్తడిలోనగు, నీచపదార్థములమీద, పూత పూయుట. అట్లు చేయుటవలన, ఆ నీచవస్తువులు ఉత్తమ లోహములవలె ప్రకాశించును. అట్టివస్తువులు సులభమైనవెలకు దొరకుటచే, బీదసాదలకు

మిక్కిలి సౌకర్యముగా నుండును. ఈవిధమున చేయబడిన నగలను మన దేశమునందలి స్త్రీలెవరు ఉపయోగించుట మనము చూచుచుండుట లేదు! సాధారణులచే నుపయోగింపబడు, పన్నీరుబుడ్లు, గంధపుగిన్నెలు, ఒడ్డాణములు, నాగరములు, గడియారపుగొలుసులు మొదలైనవి అన్నియు బంగారు, వెండి, మలామా చేయబడిన నీచలోహములే,-ఇనుపముక్కలే. వానినిచేయు క్రమ మీక్రింద క్లుప్తముగా వివరింపబడును.

136 వ పుటలో విద్యుచ్ఛక్తికి, "రసాయనవియోగము"ను జేయు సామర్థ్యము గలదని జెప్పబడినది. ఆ శక్తివలన, నీటిని పృథక్కరించి, అందు, జలవాయువు (Hydrogen) ప్రాణవాయువు (Oxygen) అను రెండు పదార్థములుగలవని మనము తెలిసికొంటిమి. ఒక నీటినేగాక, నీటివంటి మరికొన్ని మిశ్రపదార్థము (Compound) లను గూడ పృథక్కరించు సామర్థ్యము ఆశక్తికి గలదు

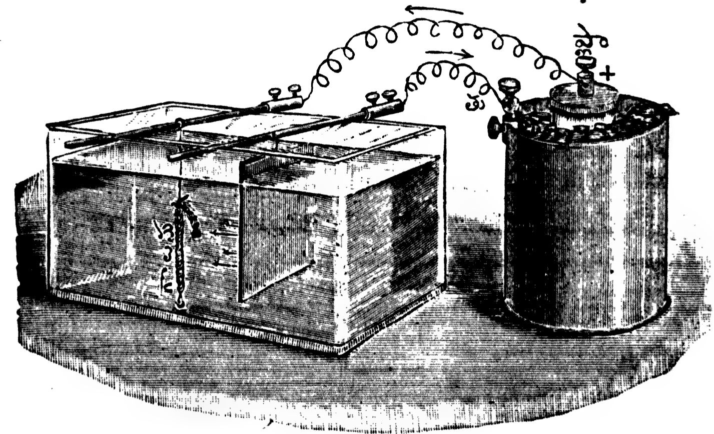
108వ పటమువలన జూపబడిన ప్రయోగమునందు, నీటికి మారుగా మైలతుత్తము అనబడు "తామ్రగంధకితము" (Copper sulphate) యొక్క ద్రావణము (Solution)ను ఉపయోగించిన, నది తామ్రముగాను, మరియొక పదార్థముగాను, పృథక్కరింపబడును. అట్లు పృథక్కరింపబడిన రెండు పదార్థములు, 108వ పటమునందలి సాధనములోని రెండు ప్లాటినములమీదను కూడును. అట్లుకూడిన తామ్రము ఘనపదార్థముగుటచే ముందుప్రయోగమునందలి జలవాయువువలె నెగిరిపోక, ఆ ప్లాటినమును పూతపూయును.

ఇట్లు తామ్రము కూడుకొను ప్లాటినపుముక్క 'మాల'యొక్క తుత్తునాగముతో కలిసియుండును. రెండవ ప్లాటినము మాలయొక్క ప్లాటినముతో గలిసియుండును.

ప్లాటినముతో కలిసినకొన మాలయొక్క 'ధనధ్రువము' (Positive Pole) అనియు, తుత్తునాగముతో కలిసినకొన మాలయొక్క "ఋణధ్రువము" (Negative Pole) అనియు అనబడును.

పైనచెప్పిన దానివలన, మాలయొక్క ఋణధ్రువపు కొనవద్ద తామ్రము కూడునని తెలియుచున్నది. అట్లే, తామ్రమిశ్రమము (Copper Compound)కు మారుగా రజతమిశ్రమము(Silver compound)ను గాని, స్వర్ణమిశ్రమము (Gold compound)ను గాని ఉపయోగించిన, నదిపృథక్కరింపబడి రజతముగాని, స్వర్ణముగాని, ఆప్లాటినము మీద కూడును. అప్పుడది వెండి మలామా చేయబడినదని గాని, బంగారు మలామా చేయబడినదని గాని జెప్పబడును. ఇదియే మలామాయొక్క రహస్యము.

ఈక్రింద బంగారు మలామా చేయుట వివరింపబడును. తక్కిన మలామాలుగూడ అట్లే చేయబడునని చదువరులు గ్రహించునది.



121 వ పటము

ప్లా=ప్లాటినము. తు=తుత్తునాగము. గొలుసు=మలామా చేయవలసిన గొలుసు.

బంగారుమలామా చేయుటకు "స్వర్ణసయనిదము" (Gold cyanide) అను స్వర్ణ మిశ్రమ ముపయోగింపబడును. దాని "ద్రావణము"ను

ఒకగాజు పాత్రలోబోసి, మలామా చేయ దలచిన వస్తువును, *శుభ్రముగా తోమి, ఒకలోహపు దీగతో అందు పూర్ణముగా మునుగువరకు వ్రేలాడ దీయవలెను. అప్పుడు ప్లాటినమునుగాని మరియొకలోహమునుగాని తీగతో అందు వ్రేలాడ దీయవలెను. ఇప్పుడు మలామా చేయు పదార్థముతో కలిసియున్నతీగను, 'మాల' యొక్క ఋణధ్రువముతోను, రెండవతీగను, మాలయొక్క ధనధ్రువముతోను కలిపిన, ఆ ద్రావణమునుండి విద్యుత్ప్రవాహముబోయి, దానిని పృథక్కరించి, స్వర్ణమును వేరుచేయును. ఆ స్వర్ణము వ్రేలాడ దీయబడిన వస్తువుమీదకూడి, దానిని పూర్తిగా మలామా చేయును. అట్లావస్తువును కొంతసేపుంచి, బయటికిదీసి మెరుగు ఇసుకతోగాని మరిదేనితోగాని, మెరుగుపెట్టిన, నది బంగారు వస్తువు వలెనే కనబడును.

పరిశిష్టము 3.

విద్యుత్ శక్తి కొన్ని పదార్థములగుండ ప్రయాణముచేయగలదనియు కొన్నిటిగుండ చేయ లేదనియు జెప్పబడినది; అందు మొదటివి విద్యుత్ వాహకములనియు, రెండవవి, అవిద్యుత్ వాహకము లనియుగూడ జెప్పబడినది. మనమిదివరకుపయోగించిన వాహకములన్నియు ఘనపదార్థములుగా నేయున్నవి; అయితే నీరు మొదలైన కొన్ని ద్రవపదార్థములలోనికి, విద్యుత్ శక్తిని బంపిన, నవి పృథఃకరణమగుచున్నవని జెప్పుటచే, ద్రవ పదార్థములుగూడ విద్యుత్ వాహకములు గావచ్చునని దెలియుచున్నది.

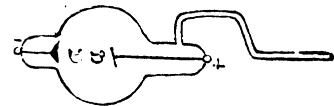
*శుభ్రముగాననగా, దానిమీద చిలుము, దుమ్ము లోనగు, ఏ యితర వస్తువును ఉండగూడదు. ఉండిన దానికిపూత సరిగాపట్టదు. అందుకొరకు దానిని, చింతపండు, ఇసుక మొదలైన వానితో మొదటతోమి, తరువాత నత్రికామ్లము (Nitric acid)లో ఒకటి రెండునిమిషములుంచిన, పరిశుభ్రమగును. అప్పుడు దానిని దీసి నీటిలోకడిగి, మలామా ద్రావణములో వేయవచ్చును.

పరిశుభ్రమైననీరు విద్యుత్ వాహకముగాదు; గనుకనే, నీటినిపృథక్కరించినప్పుడు, దానిలోకొంచెము గంధకధృతి (Sulphuric acid) మొదలైన పదార్థములను వేయవలసియున్నది. అట్లు వేయుటవలన దానిని వాహకముగా మార్చుచున్నాము.

మనకుదెలిసిన వాయుపదార్థములన్నియు అవిద్యుత్ వాహకములే. అందువలననే, మనము విద్యుత్ వార్తలనంపుటకు గాలి నుపయోగింపక, వేరుగ తీగలనుపయోగించుచున్నాము. అయితే, వాయుపదార్థములను గూడ, వాహకములుగా జేయుటకు గొన్నిమార్గములనుగనిపెట్టియున్నారు; ''ఋణధ్రువకిరణముల'' (Cathode rays) ను ''రేడియము''(Radium) లోనగు పదార్థముల వలన కలుగు కిరణములను, గాలిలోనికి పంపిన, ఆ గాలికి వాహక శక్తి (power of conduction) గలుగుచున్నది.

ఋణధ్రువ కిరణములను గలిగించు సాధనము:—

అ—ఋణధ్రువము (Cathode).
ఆ+ ధనధ్రువము (anode).



122 వ పటము.

ఇది పటములో జూపబడినటువంటి యొక గాజుబుడ్డి. అది జర్మనీ దేశపు సోడాగాజు (Soda glass) తో చేయబడును. దానియందు అల్యూమినమ్ (Aluminum) తోజేయబడిన పుటాకారపు బిళ్ల యొకటి యుండును. ప్లాటినము (Platinum) తో చేయబడిన మరియొకబిళ్ల (ఆ) గూడనుండును. ఆరెంటినుండి రెండు ప్లాటినపుతీగలు బుడ్డి బయిటికి వచ్చును. ఆబుడ్డియందలి గాలి సాధ్యమైనంతవరకు పీల్చివేయబడును. అందు మిగిలియున్న గాలికి గల పీడన మిక్కిలి తక్కువగా నుండును. అనగా లేనే లేదని చెప్పవచ్చును.

ఇప్పుడు 'అ' ను 'విద్యుత్ ఘటమాల' (Electric battery) యొక్క తుత్తునాగమునకును, 'ఆ' ను ప్లాటినమునకును చేర్చిన 'అ' నుండి యొక విధమైన కిరణములు వెలువడును. తుత్తునాగముతో జేర్చిన 'అ' ఋణధ్రువమనియు, 'ఆ' ధనధ్రువమనియు జెప్పబడినది. అట్టి ఋణధ్రువము నుండివచ్చు కిరణములను గాలిలోనికి పంపిన,నది విద్యుత్ శక్తిని తీసికొని పోగలిగియుండును. అనగా విద్యుత్ వాహకమగునని యర్థము.

అట్టి కిరణములు 'ఋణధ్రువకిరణములు' (Cathode rays) అనబడును. వానికి మరికొన్ని యితర గుణములుగూడ గలవు. అవి యే వస్తువుమీదనైన బడిన, నావస్తువచ్చట తళతళ మెఱయును; అది గాక, దానియుష్ణోగ్రత (Temperature) గూడ హెచ్చును. అనగా నది వేడి యగును. చాలబలమైన విద్యుత్ ప్రవాహమును ఆబుడ్డిలోనికి బంపినప్పుడు, ఆకిరణములకుగల వేడిమి, సాధారణముగా కఱుగని ప్లాటినమును గూడ కఱగించునంతటి శక్తిగలిగియుండును. మరియొక విశేషము, ఆకిరణములు సూదంటురాయివలన నాకర్షింపబడును. వానివలన 'ఛాయలు' (Shadows) గూడగలుగును. అయిననవి, కేవల ప్రకాశ కిరణములని చదువరులు తలప గూడదు. ప్రకాశకిరణములమీద, అయస్కాంతమున కేవిధమైన శక్తియు లేదని కొందరి శాస్త్రిజ్ఞుల యభిప్రాయము.

అట్టికిరణములవలన వాహకము గానిదానిని, వాహకముగా జేయు టెట్లని యడుగవచ్చును. ఇట్టి కిరణములను బంపుటవలన పదార్థములయందు 'అయములు' (Ions) అనున వేర్పడి, అవి విద్యుత్ వాహకము అగుటచే, తామున్నపదార్థమును గూడవాహకముగా జేయుచున్నవి. ఆకిరణములు లేనప్పుడు, ఆపదార్థమునందు అయములు జనించుటకు వీలులేక, అది అవాహకముగానుండును. ఈవిధమున పదార్థములయందు అయములను బుట్టించి, వానిని వాహకములుగా జేయుట 'అయోకరణము' (Ionization) అని జెప్పవచ్చును.

"రాంజన కిరణములు"

(RONTGEN RAYS) OR 'X' RAYS.

పైన చెప్పిన "ఋణధ్రువకిరణము" లు బుట్టునప్పుడు, వానితో గూడ మరియొక విధమైన కిరణములుగూడ బుట్టును. ఈ విషయమును మొదట "రాంజను" (Rontgen) అను శాస్త్రిజ్ఞుడు గనిపెట్టుటచే వానికి 'రాంజనకిరణము' లను పేరువచ్చినది. అవి సూదంటురాయివలన మార్గభేదము జెందవు. అవి అనేక పదార్థములనుండి, అద్దమువంటి పదార్థములనుండి ప్రకాశముబో గలిగినట్లు, బోగలవు. అవి, 'ధనధ్రువము' నుండి, సరళపంక్తులు (St. lines) గా ప్రయాణముచేయును. ఋణధ్రువమునుండి వెలువడిన, ఋణధ్రువకిరణములు, ప్లాటినముమీద బడిన తోడనే నచ్చట యాగిపోయి, రాంజనకిరణములు మాత్ర మచ్చటనుండి బయలు వెడలి పోవును.

ఆకిరణములను మనశరీరము నుండి బంపిన, మాంసభాగమునుండిబోయి, శల్య భాగమువలన నాపబడును; మనవెనుక యొక తెరయున్న, మన 'అస్తిపంజరము' (Skeleton) యొక్క ఛాయ దాని మీదబడును. 123 వ పటము చూడుము. అట్లు జేయుట వలన, శరీరమును, గోయకుండ, నందలి ఎముకలను చూడగలము; ఆ యెముకల మీదనేమైన ఉండకూడని పదార్థమున్నట్లు గనబడిన అవి ఏదోయొక రోగమునకు లోనై యున్నవని, జెప్పవచ్చును. ఎముకల మీదనుండు జబ్బుల నీవిధమునసె, శరీరమును గోయకుండ, వైద్యులు దెలిసికొనుచున్నారు. చెన్నపట్టణపు



123 వ పటము.

జనరల్ ఆసుపత్రిలో, ఈవిధముగ, ప్రతిదినమును, అనేక శల్యరోగములను కనుగొని, నివారణజేయుచున్నారు. పైపటములో వ్రేలియొక్క ఎముకల మీదనుండు జబ్బు చూపబడినది.

సీసము మొదలైన సాంద్రపదార్థములనుండీకిరణములు బోనేరవు.

"తంతు విరహిత వార్తామార్గములు."
(WIRELESS TELEGRAPHY.)

మనము సాధారణముగా విద్యుత్ వార్తలను తంతిసహాయము వలన బంపుచున్నాము; దానికి కారణము మనకు దెలిసియే యున్నది; ప్రస్తుతకాలమందు, తంతి సహాయములేక వార్తలనంపు మార్గములను గొన్నిటిని గనిపెట్టి యున్నారు.

విద్యుత్ప్రవాహ మెప్పుడును, తరంగములవలె ప్రసరించుననియు, ఆతరంగములు, వాయుతరంగములు గాక, 'ఆకాశము' నందు గలుగుచున్న తరంగములనియు, గనుకనే, విద్యుత్, ప్రతిచోటను ప్రవహించ గలదనియు కనిపెట్టిరి; 'ఆకాశము,' (Ether) ప్రతి స్థలము నందును ప్రతివస్తువందును ఉండునని జెప్పియున్నాము; తరువాత ఆకాశమే, ప్రకాశప్రసరణమునకుగూడ మూలమైయున్నదని చెప్పియున్నాము; దీనినిబట్టి జూడ, ప్రకాశమునకును, విద్యుత్తునకును కొంత సంబంధ ముండవలెనని దోచుచున్నది. తరువాత, విద్యుత్ తరంగములకు, ప్రకాశమునకుగల వేగము గలదనిగూడ కొన్ని ప్రయోగముల వలన దెలిసికొన వచ్చును. ఇది పై యూహను గొంత దృఢపరచు చున్నది. ఇంతియే గాక లోహచుంబక శక్తిప్రకాశ తత్వము (nature) నందును, ఊదా మొదలగు కొన్ని రంగుల ప్రకాశము, "విద్యుత్ చెణుకు" (Electric spark) లను కలిగించుటయందును, కొన్నిమార్పులను గలిగించునని శాస్త్రజ్ఞులు దెలిసికొనుటచే, నీరెంటికి గలసంబంధము మరికొంత దృఢముగా మనస్సునకు తట్టుచున్నది.

పైన చెప్పబడినట్టి "ఆకాశ తరంగములు" (Ether waves), 'లేడెన్‌గిన్నె' మొదలైనవిద్యుత్ పూరితములను, 'విద్యుత్ విరహితము' లను జేసినప్పుడు (When they are "discharged") పుట్టును; విద్యుత్ రాహిత్యమును పొందుటలో వానికి, చిటికెకు, అనేకవేల చెణుకు (Syark) లను కలిగించుశక్తి యుండినను, అట్టి తరంగములు మిక్కుటముగా బుట్టి యన్నివైపులకును ప్రసరించును; అట్లు ప్రసరించుటలో నవి గోడలు, రాళ్ళు, చెట్లు, పుట్టలు యనునవేమియు నడ్డులేక, వానినుండి బోగలవు. వానిని గ్రహించి, వానివలన సంకేతముల నేర్పరుచుకొనగల శక్తి మనకుండిన, వానిని మనము వార్తలనంపుట కుపయోగింప వచ్చును.

ఆతరంగములను గ్రహించుటకు తగినసాధనముల ననేకులు కనిపెట్టి యున్నారు. అట్టి సాధనములలో మిక్కిలి సున్నితమైనట్టియు, ఉపయోగకరమైనట్టియు సాధనమును, మన దేశీయుడై, కాళీఘట్ట నగర రాజధానీకళాశాలయం దుపాధ్యాయుడైన, "జగదీశ చంద్ర బోసు" గారు కనిపెట్టియున్నారు. దానికి ఇంగ్లీషులో 'కోహియరర్' (Coherer) అనిపేరు. వారు మరికొన్ని విశేషములను గూడ కనిపెట్టి లోకప్రఖ్యాతి గాంచిరి. జంతువులయందే గాక, వృక్షములు మొదలైన జీవకోటుల యందుగూడ హృదయ తుల్యమైన అంగమున్న దనియు, అదియే జంతుకోటిలో "హృదయ" మైనదనియు జూపి ఉత్క్రాంతి వాదము (Theory of Evolution) ను స్థిరపరచుటకు తగిన విషయములను కొన్నిటిని కనిపెట్టియున్నారు. వారిని మన దేశపుత్రులలో నగ్రగణ్యులైన వారిలో నొకరని జెప్పుటకేమియు సందియము లేదుగాన, వారి పుణ్యనామమును స్మరించి ఈవిషయము నింతటితో చాలించుచున్నాము.



GLOSSARY.

విశేషపదసూచిక.

మొదటి భాగము.



అంకుశ నాళి = Syphon.

అంతరము = Amplitude.

అణువు = Molecule.

అధోపీడనము = Downward pressure.

అనులోమాను బంధము = Direct ratio.

అనువాదిత్వము = Resonance.

అభేద్యత = Impenetrability.

అయస్కాంతము = Magnet.

అవపీడనము = Downward pressure.

అవలోకనము = Observation.

అసంకోచ్యత = Incompressibility.

ఆధారము = Fulcrum.

ఆశ్లేష = Adhesion.

ఇంగిలీకము = Mercury sulphide.

ఇరుసు = Axle.

ఉత్పీడనము = Upward pressure.

ఉత్పీడనయంత్రము = Bramah Press.

ఉపరిభాగము = Surface.

ఉష్ణత = Heat.

ఋణవిద్యుత్ = Negative Electricity.

కంపన = Vibration.
కత్తి అంచు = Knife-edge.
కప్పి = Pully.
కర్కశధ్వని = Noise.
కర్బనద్వ్యమ్లజిదము = Carbon dioxide.
కర్ణదుందుభి = Drum of the ear.
కవాటకము = Valve.
కాఠిన్యత = Hardness.
కేంద్రము = Focus.
కొలత = Measurement.
క్షితిజము = Horison.
క్షీయమాణవేగము = Retarded Velocity.
గంట = Hour.
గతిబలము = Momentum.
గమనము = Locomotion.
గరిమ = Weight.
గరిమనాభి = Centre of Gravity.
గురుత్వాకర్షణ = Gravity.
గోళార్ధము = Hemisphere.
గ్రాహకము = Receiver.
గ్రేను = Grain (వడ్లగింజయెత్తు).
ఘనపదార్థము = Solid.
ఘనమానము = Cubic measure.
ఘర్షణ = Friction.
చక్రము = Wheel.
చతురపుకొలత = Measurement of Surface.

చలనము = Motion.
చిమ్మనగ్రోవి = Syringe.
చీల = Screw.
జడత, జడత్వము, జడిమ = Inertia.
జలాకర్షణయంత్రము = Water pump.
జాతి = Timber.
తంత్రీకరణీయత = Ductility.
తారతమ్యగరిమ = Specific Gravity.
తిర్యక్పీడన = Sideways pressure.
తీగత్రాసు = Spring Balance.
తులాదండము, లోలదండము = Lever.
దశమీటరు = Dekametre.
దశాంశమీటరు = Decimetre.
దుగ్ధమాపక = Lactometer.
దుస్సంకోచ్యము = Incompressibility.
ద్రవపదార్థము = Liquid.
ద్రవమాపకము = Hydrometer.
ద్రవ్యము = Matter.
ద్రవ్యరాశి = Mass.
ధర్మము = Property.
ధనవిద్యుత్ = Positive Electricity.
ధ్వని = Sound.
నీటిమట్టపుయంత్రము = Water level.

పదార్థము = Matter.
పదార్థవిజ్ఞానశాస్త్రము = Physics.
పరమాణువు = Atom.
పరమాణ్వాకర్షణ = Cohesion.
పరమాణువాదము = Atomic Theory.
పరావర్తనము = Reflection.
పరిమేయత = Extension.
పీఠము = Base.
పీడనము - Pressure.
పొడవుకొలత = Measurement of Length.
ప్రతిధ్వని = Echo.
ప్రయోగము = Experiment.
ప్రయోగశాల = Laboratory.
ఫోనోగ్రాఫ్ - Phonograph.
బరువు = Weight.
బహిఃప్రేరణ = Outward stimulus.
భారమితియంత్రము = Barometer.
భారము = Weight.
భిదురత = Brittleness.
భుజము = Arm.
భౌతికగురుత్వాకర్షణ = Gravitation.
భౌతికమార్పు = Physical Change.
మానము = Standard.
మినిట్ = Minute.
మీటరు = Metre.
మీటరుమానము = Metric System.

ముషలకదండము = Piston-rod.
ముషలకము = Piston.
మూలయంత్రము = Simple Machine.
యంత్రము = Machine.
యానకము = Medium.
రసాయనశాస్త్రము = Chemistry.
రసాయనాకర్షణ = Chemical attraction.
రసాయనానురాగము = Chemical affinity.
రాసాయనికమార్పు = Chemical change.
లంబపంక్తి } = Vertical line.
లంబరేఖ }
లోలకము = Pendulum.
లోహచుంబకత్వము = Magnetism.
వర్ధమానవేగము = Accelerated velocity.
వాతసంభకము = Inflator.
వాతరేచకము } = Air Pump.
వాయ్వాకర్షణయంత్రము }
వాతావరణము = Atmosphere.
వాయువు = Air.
వాయుపదార్థము = Gas.
వికారము = Change phenomenan.
విద్యుత్ = Electricity.
విభాజ్యత = Divisibility.
విలోమవర్గము = Inverse square.
విస్తార్యత = Malleability.
వెలుతురు = Light

శక్తి = Force.
శతమీటరు = Hectometre.
శతాంశమీటరు = Centimetre.
శూన్యప్రదేశము = Vacuum.
శ్రావ్యధ్వని = Music.
సంశ్లేష = Cohesion.
సక్రమ = Regular.
సగటువేగము = Average Velocity.
సచ్ఛిద్రత = Porocity.
సమవర్ధమానవేగము = Uniformly accelerated Velocity.
సమవేగము = Uniform Velocity.
సమక్షీయమాణవేగము = Uniformly retarded Velocity.
సహస్రమీటరు = Kilometre.
సహస్రాంశమీటరు = Millimetre.
సాంద్రత = Density.
సారామట్టపుయంత్రము = Spirit-level.
సిద్ధాంతము = Law.
సూదంటురాయి = Magnet.
సెకను = Second.
స్వత్వము = Composition or Individuality.
స్వరతీలికలు = Vocal cards.
స్థాయి = Pitch.
స్థితిస్థాపకశక్తి = Elasticity.
స్థిరత్వము = Equilibrium.
స్థూపకము = Cylinder.
హృదయశోధని = Stethoscope.

GLOSSARY.

విశేషపదసూచిక.

రెండవ భాగము.



అంచు = Edge.
అంతర్గతోష్ణము = Latent heat.
అంశము = Degree.
అంశీభూతము = Component.
అపవాదము = Exception.
అణువు = Molecule.
అనుష్ణవాహకము = Non-conductor of heat.
అయములు = Ions.
అయస్కాంతము = Magnet.
అయోనీకరణము = Ionization.
అవిద్యుత్ వాహకము = Non-conductor of electricity.
అర్ధపారదర్శకము = Translucent.
అస్థిపంజరము = Skeleton.
ఆకర్షణము = Attraction.
ఆకాశము = Ether.
ఆకాశ తరంగములు = Ether waves.
ఆవిరి యంత్రము = Steam Engine.
ఇంద్రధనుస్సు = Rainbow.
ఇనుము = Iron.
ఉత్తరధృవము = North pole.

ఉత్పాతము = Sublimation.
ఉపధనుస్సు = Secondary bow.
ఉషఃకాలము = Twilight.
ఉష్ణతామాపకము = Thermometer.
ఉష్ణము = Heat.
ఉష్ణరాశి = Quantity of heat.
ఉష్ణరాశిమానము = Unit of heat.
ఉష్ణవాహకము = Conductor of heat.
ఉష్ణోగ్రత = Temperature.
ఊదా = Violet.
ఋజుపంక్తి = Straight line.
ఋణధ్రువ కిరణములు = Cathode rays.
ఋణధ్రువము = Negative pole, Cathode.
ఋణవిద్యుత్ = Negative Electricity.
ఎండమావులు = Mirage.
ఎసరుస్థలము = Boiling point.
ఏకకుంభ = Plano convex.
ఏకదిశా వ్యాకోచము = Lenier expansion.
ఏకపుట = Plano concave.
కటకము = Lens.
కల్పితాయస్కాంతము = Artificial magnet.
కిరణము = Ray.
కిరణశలాక = Pencil of Rays.
కుంభాకార దర్పణము = Convex mirror.
కుంభీపుట = Convexo concave.
కేంద్రము = Focus.

కేంద్రాంతరము = Focal length.
కేంద్రీకరణము = Focussing.
క్షితిజము = Horison.
ఖండఛాయ = Penumbra.
గంధకధృతి = Sulphuric acid.
గ్రాము = Gramme.
గ్రాహకము = Receiver.
ఘటము = Cell.
ఘనదృక్ఛక్తి = High power.
ఘనపదార్థము = Solid.
ఘనవ్యాకోచము = Cubical expansion.
ఘర్షణవిద్యుత్ = Statical Electricity.
చక్షుశమధ్యము = Optical centre.
చిత్రదర్శని = Kaleidoscope.
చిత్రవర్ణము = Spectrum.
ఛాయ = Shadow.
ఛాయాపటము = Photograph.
టెలిఫోను = Telephone.
తంతువిరహిత వార్తామార్గములు = Wireless telegraphy.
తామ్రము = Copper.
తారతమ్యోష్ణము = Specific heat.
తీగటపా = Telegraph.
తుత్తునాగ గంధకితము = Zinc Sulphate.
తుత్తునాగము = Zinc.
త్రిభుజము = Triangle.
దక్షిణధ్రువము = South pole.

దిక్సూచి=Compass.
దుర్ద్రావ్య పదార్థము=Refractory body.
దూరదర్శని=Telescope.
దైనందికగతి=Diurnal motion.
ద్రవపదార్థము=Liquid.
ద్రవ్యరాశి=Mass.
ద్వికుంభ=Double convex.
ద్విపుట=Double concave.
ధనధ్రువము=Positive pole, Anode.
ధనవిద్యుత్=Positive electricity.
ధ్రువము = Pole.
ధ్రువానువృత్తి=Polarity.
నత్రికామ్లము=Nitric acid.
నవాసారము=Salammoniac.
నావికుల దిక్సూచి=Mariners' compass.
నిజబింబము= Real Image.
నియమిత= Regular.
నిరాకరణము=Repulsion.
పట్టకము= Prism.
పతనకిరణకోణము=Angle of incidence.
పతనకిరణము=Incident ray.
పదార్థము=Matter.
పరావృత్త కిరణకోణము=Angle of Reflection.
పరావృత్త కిరణము=Reflected ray.
పరావర్తనము=Reflection.
పరివేషము=Halo.

పాదరసము= Mercury.
పారదర్శక=Transparent.
పిడి=Handle.
పిడుగుతీగ=Lightning conductor.
పీఠము=Base.
పుటాకార దర్పణము= Concave mirror.
పుటీకుంభ= Concavo convex .
పృథక్కరణము= Analysis.
పొగమంచు= Fog.
పోతయినుము= Soft Iron.
ప్రకాశతీక్ష్ణత= Intensity of light .
ప్రకాశము= Light.
ప్రకాశరోధక=Opaque.
ప్రకాశవేగము=Velocity of light.
ప్రచారము=Radiation.
ప్రతిబింబము=Image.
ప్రావాహికవిద్యుత్= Current electricity.
ప్లాటినము=Platinum.
ప్రేరేపిత విద్యుత్=Induced electricity.
ప్రేషకము= Sender.
బుధుడు=Jupiter.
భూతదర్పణము=Magnifying glass.
మంచు=Snow.
మంచుకట్టుస్థలము=Freezing point.
మంచుగడ్డ=Ice.
మంచుబిందువు=Dew.

మధ్యము=Centre.
మధ్యరేఖ=Diameter.
ములామా=Gilding.
మార్పు=Change.
మిథ్యాబింబము= Virtual Image.
ముఖ్యధనుస్సు=Primary bow.
ముఖ్యాక్షము=Principal axis.
మూలపదార్థము=Element.
మూలవర్ణము=Elementary colour.
మెత్త=Pad.
మైనపువత్తి=Wax candle.
యక్షిణీదీపము=Magic lantern.
యానము=Medium.
రసాయన=Chemical.
రసాయనవియోగము=Chemical decomposition.
రసాయనశాస్త్రము=Chemistry.
రసాయనసంయోగము=Chemical combination.
రాంజనకిరణములు=Rontgen rays.
లంబరేఖ=Normal.
లేడెన్‌గిన్నె=Leyden Jar.
లోహచుంబకత్వము=Magnetism.
వక్రదర్పణము=Curved mirror.
వక్రమధ్యము=Centre of curvature.
వక్రీభవనకిరణకోణము=Angle of Peflection.
వక్రీభవనకిరణము=Refracted ray.
వక్రీభవనగణకము=Refractives index.

వక్రీభవనము=Refraction.
వడగండ్లు=Hail stones.
వర్ణము=Colour.
వాతావరణము=Atmosphere.
వాయుపదార్థము=Gas.
వాహకశక్తి=Power of conduction.
వికృతబింబము=Distorted Image.
విద్యుచ్ఛిఖి=Incandescent lamp.
విద్యుజ్జనకము=Electrophorus.
విద్యుత్=Electricity.
విద్యుత్ఘటమాల=Voltaic battery.
విద్యుత్ఘటము-Voltaic cell.
విద్యుత్చణుకు-Electric Spark.
విద్యుత్యంత్రము=Electric Machine.
విద్యుత్వాహకము= Electric conductor.
విద్యుత్సూచకము=Electroscope.
విద్యుత్ప్రవాహము=Electric current.
విద్యుత్ప్రేరణ=Electric Induction.
విలోమవర్గము=Inverse square.
వైద్యకోష్ణతామాపకము=Clinical Thermometer.
వ్యాకోచము=Expansion.
వ్యాపకకిరణశలాక=Divergent pencil of rays.
శక్తి=Force.
శతవిభాగి=Centigrade.
శూన్యప్రదేశము=Vacuum.
శోధనగోళము=Carrier Ball.

శోధననాళిక=Test tube.
సంకోచము=Contraction.
సంగమకిరణములు=Convergent rays.
సంయోగీకరణము=Synthesis.
సంశ్లేషము=Cohesion.
సమచతుర్భుజము=Square.
సమతలదర్పణము=Plane mirror.
సమతలము=Plane.
సమత్రిభుజము=Equilateral Triangle.
సమపంచభుజము=Pentagon
సమాంతర=Parallel.
సమాన=Like.
సాంద్రత=Density.
సామాన్యనియమము=General rule.
సువర్ణపత్రవిద్యుత్సూచకము=Gold leaf Electroscope.
సూదంటురాయి=Natural magnet.
సూక్ష్మదర్శని=Microscope.
స్వయంప్రకాశమైన=Self luminous.
స్కాంతీకరణము=Magnetisation.
స్వాభావికోష్ణము=Normal heat.
స్థూలత=Volume.
స్వేచ్ఛావిద్యుత్=Free electricity.
హీనదృక్ఛక్తి=Low power.



శుద్ధపత్రిక.

రెండవభాగము.

పుట.	పంక్తి.	తప్పు.	ఒప్పు.
5	5	బుడి	బుడ్డి
6	3	మాదరి	మాదిరి
7	2	సెగనుపేడిపెట్టి	సెగనుపెట్టి
9	11	Salammonia	Salammoniac
11	15	డి	వేడి
11	19	మెదటి	మొదటి
14	17	నీరుపోసి	పరిశుభ్రమైననీరు
15	17	ఉన్నవి	ఉన్నది
15	23	గడ్డ	గడ్డ
16	9	8వ పటము	9వ పటము
16	16	Hydrofloric	Hydrofluoric
18	[illegible]	దింప[illegible]	దింపవలసిన
18	15	స్కి	నీళ్ళొక
22	22	30 అంశముల	30 అంశములకు
22	25	నళిక	నాళిక
23	26	ముష్టమాపిక	ముష్ణతామాపక
24	1	నుష్టమాపక	నుష్ణతామాపక
		ఉష్ణమాపకము అని వచ్చినచోట	ఉష్ణతామాపకము అని చదువవలెను
25	2	కరగి	కరిగి
25	4	సున్నముద్ద	సున్నముద్ద

పుట.	పంక్తి	తప్పు.	ఒప్పు.
25	24	కళకిళ	కళపెళ
26	10	ఉషో	ఉష్ణో
27	8	లన	వలన
29	20	12వ పటము	13వ పటము
29	23	13వ పటము	14వ పటము
32	2	మా	మారి
35		స్థూపము అనుచోట	స్థూపకము అనిచదువుడు
38	1	అనుకంపన	అణుకంపన
40	6	18వ పటము	19వ పటము
41	19	అర్థ	అర్ధ
41	27	రుజు	ఋజు
42	10	ఖండచాయ	ఖండఛాయ
44	7	కునుని	కను
46	23	1 అంగుళము	1 అడుగు
47	12	క్రాశ	ప్రకాశ
63	4	ప వద్ద	ప 1వద్ద
69	4	యడల	యెడల
79	5	యు	యుం
80	8	పెద్దవానినిగా	పెదవానినిగా
80	15	దృగ్వంతరములు	ఛృగ్యంత్రములు.
80	20	గర్భిణ్ణి	దుర్భిణి
82	21	యైదవ గ్రంథమగు	మూడవగ్రంథమగు
84	10	అనున్నది	అనునది
92	18	వుండ	ఉండ
105	11	పెద	పెద్ద
125	6	100వ పటము	101వ పటము
167	5	Sqark	Spark

ప్రకటన.



జ్ఞానవాశిష్ఠము.

ఆంధ్రతాత్పర్యవిశేషార్థసహితము.

ఇది శ్రీరాములవారికి వశిష్ఠమహాముని యుపదేశించిన గ్రంథము. వేదాంత రహస్యమును దెలుపుటకు దీనిని పోలినగ్రంథము ఇంకొకటి లేదనుట సుప్రసిద్ధము. ఇంక పరతత్త్వమునందు మనస్సును లయింపఁ జేయునట్టి అత్యద్భుతములగు నితిహాసములు పెక్కుగలవు. ఇందు 1 వైరాగ్య ప్రకరణము. 2. ముముక్షుప్రకరణము. 3. ఉత్పత్తిప్రకరణము. 4. స్థితి ప్రకరణము. 5. ఉపశమ ప్రకరణము. 6. నిర్వాణ ప్రకరణము. అని యాఱు ప్రకరణములుగలవు. ఒక్కొక్కప్రకరణమునందును నతిచిత్రములగు పెక్కుపురాతన చరిత్రములుగలవు. ఇందగుకథలన్నియు నాశ్చర్యరసమును వెదజల్లుచు సర్వసందేహములమాన్పి చిత్తమును పరబ్రహ్మైకాయత్తమును చేయగలవు. వేదాంత సంబంధములగు నన్ని గ్రంథములయందును ఒక్కొక దానియందొక్కొక విశేషముకలదుగాని దీనియందు లేని విశేషమెంకను లేదు. ఇట్టిమహాగ్రంథము ఇదివఱకు మూలమైనను తెలుగు లిపిలో ముద్రింపబడియుండలేదు అందువలన మూలమును అందు క్రింద స్త్రీలకును బాలురకును దెలియునట్టి సులభ శైలితో నాంధ్రతాత్పర్య విశేషార్థములనుజేర్చి మాసమున కొకసారి (40) పేజీలుగల సంచికలుగ ముద్రింపబడుచున్నది. 24. సంచికలలో సంపూర్తియగును. సంపూర్తి అయినవెనుక గ్రంథమునకు అంతకు రు. 10-0-0లు. 1909 సంవత్సరం సెప్టెంబరునెల ఆఖరులోపల చందానంపు నెడల గ్రంథమునకంతకు రు. 7 లు. మాత్రము అగు. ఇప్పటికి 20 సంచికలు తయారై యున్నవి

సుభాషితమణికంఠహారము.

పూర్వభాగము ఆంధ్రతాత్పర్య సహితము.

సంస్కృతభాషయందుండు రసపుష్టియింకొక భాషయందు లేదనుట సుప్రసిద్ధము. అయిన నాభాషమిగుల గొప్పదియగుటంజేసి బహుకాలము వఱకు అనేక గ్రంథముల జూచిన వారలకును భాషయందుండు జమత్కారము అంతయు నెఱుంగుటకు వలనుపడదు. అందుకని కాశీదేశస్థులగు గొప్పవిద్వాంసు లనేకులు బహుకాలము కావ్య నాటకాది సమస్త గ్రంథములను పరిశీలించి వాని వానిలో చమత్కారకరములగు శ్లోకములను ఏర్చి సుభాషిత రత్నాకరము. సుభాషిత రత్నభాండాగారము సుభాషితావళియను గ్రంథములను నాగరలిపియందు ప్రకటించిరి. అయిన నవియు గొప్పవియై యుండుటంజేసి యాగ్రంథముల ననేకమార్లు వెదకి అందును మిగుల చమత్కారంబులగు శ్లోక రత్నంబుల నేర్పరచి సులభశైలినిదెనుగు దాత్పర్యముంగూర్చి ప్రకటింపఁబడినది. బహుకాలము అనేక సంస్కృత గ్రంథముల జదివిన వారును ఇట్టి యాశ్చర్యరసంబు నెఱింగియుండరు. ఇది సంస్కృతభాషను బొత్తిగనెఱుఁగని వారలును సంస్కృతభాషయందగు సర్వవిధచమత్కారమును నెఱుంగుటకు సులభోపాయ రూపమని జెప్పదగియొప్పుచున్నది. ఇందు పార్వతీ పరమేశ్వర సంవాదము, గోపీ కృష్ణసంవాదము, సత్యభామా కృష్ణసంవాదము, దుర్జన సజ్జన సంవాదము, అశ్వగర్దభ సంవాదము, హంసబక సంవాదము మొదలగు చమత్కారములైన యనేక విషయములు కలవు. ఇందు నాలుగునూర్ల సంఖ్యగల శ్లోకములుగలవు. దీనివెల రూ. 1 0 0.

ఇంకాసమస్తమగు సంస్కృతాంధ్ర గ్రంథములును మావద్ద సులభక్రయమునకు దొరుకును. కోరినవారికుచితముగా పంపినవారికి మా పెద్ద కేట్లాకు అంపఁబడును.

సు. నాగలింగశాస్త్రి,
93 వరదాముత్తియప్పన్ వీధి, మద్రాసు.

విజ్ఞానచంద్రికా గ్రంథమాల.

ఇదివరకు ప్రకటింపబడిన గ్రంథములు.

1-వ గ్రంథము—అబ్రహాములింకను చరిత్ర.

(ప్రతులు అయిపోయినవి.)

2-వ గ్రంథము.

హిందూదేశ కథాసంగ్రహము.

1 వ భాగము - హిందూమహాయుగము - మూడవకూర్పు.

150 పుటలు (HinduPeriod) 15 పటములు.

ఇందు మిక్కిలి పురాతనకాలమునుండి మహమ్మదీయ ప్రభుత్వమువరకు జరిగిన హిందూదేశ చరిత్రనంతయు సంగ్రహముగ వ్రాయఁబడినది.

ఈ గ్రంథముయొక్క మొదటి రెండు కూర్పులు అచ్చు అయిన అయిదు నెలలలోనే 2000 ప్రతులు అమ్ముడుపోయినవి. ప్రస్తుతము మూడవకూర్పు సిద్ధమయియున్నది. గ్రంథములోని కొన్ని భాగములు 1909 వ సంవత్సరపు మెట్రిక్యులేషన్ పరీక్షకు పఠనీయములుగా నేర్పర్చఁబడినవి.

మూడవకూర్పులో మొదటి రెండుకూర్పులకంటెఁ గ్రొత్తమార్పు లనేకములు వేయఁబడినవి. చక్కని క్యాలికోతో బైండు చేయఁబడినది.

"ప్రాచీన హిందువులయొక్క ఔన్నత్యమును తెలిపెడి యిట్టి చరిత్రమిదివరకు నాంధ్రభాషలో నెవ్వరును రచియించియుండలేదు. శైలి మిక్కిలి మృదువై లక్షణయుక్తమై యున్నది".—ఆంధ్రకేసరి.

ఇది యసంఖ్య చరిత్రగ్రంథావలోకనము చేసినట్టి కే. వి. లక్ష్మణరావు ఎం. ఏ. గారిచే రచింపఁబడినది.

మాశాశ్వతపుచందాదారులకు	అంచెకూలితో	రూ.	0	11	0
ఇతరులకు	అంచెకూలిగాక	రూ.	1	0	0

3-వ గ్రంథము.

400 పుటలు. # జీవశాస్త్రము. **108 పటములు.**

రెండవకూర్పు. (Biology)

నూరురూపాయలు బహుమతిగన్నది. అనేక క్రొత్తపటములు చేర్చబడినవి. రెండుభాగములుగావిభజింపబడి మొదటికూర్పుకంటెను హెచ్చు వివరముగ వ్రాయబడినది.

ఇందు, జీవోత్పత్తివిధానములును, జంతువులకు వృక్షములకుగల సమాన ధర్మములును, వృక్షములయం దుండెడు స్త్రీపురుషవివక్షతయు, వానివివాహ సంబంధములును, గర్భోత్పత్తివిధానములును, ఇంక నెన్నెన్నియో విచిత్రమైన విషయములును తేట తెనుగు మాటలతో వర్ణింపబడినవి.

ఈ గ్రంథము శస్త్రిశాస్త్రి, వైద్యశాస్త్రి విశారదులగు ఆచంట-లక్ష్మీపతి, బి. ఏ., ఎం. బి. సీ. యం. గారిచే రచియింపఁబడినది.

డాక్టరు. సి. బి. రామారావు, బి, ఏ., యెం. డి, గారు

ఇట్లు వ్రాయుచున్నారు.

మన మనుదినము చూచుచుండు జంతువులయందును, వృక్షములయందున క్రొత్తక్రొత్తవిషయములను కనంబరచి, వానికినూతనోజ్జీవమునిచ్చి శాస్త్రజ్ఞానము సంపాదించువారికి తమరు క్రొత్తదారిని చూపియున్నారు. ఇందుచే ఆంధ్ర జనులకెల్లరకును శాశ్వతమైన ఉపకారమును చేసితిరనుటకు సందేహములేదు

* * *

దీనివెల మాచందాదారులకు అంచెకూలితో	రూ.	1	0	0
ఇతరులకు అంచెకూలిగాక		1	8	0



4-వ గ్రంథము-రాణీసంయుక్త.

రెండవకూర్పు అచ్చులోనున్నది.

END OF
TITLE